LIBRARY
JAN 21 1960
FISH & WILDLIFE SERVICE

PERIODICAL
Japanese Soc. of Sci. Fish. Bulletin.
V.24
1958-59

| DATE | ISSUED TO |
| --- | --- |
| JAN 23 1961 | |
| APR 25 1961 | |
| MAR 29 1962 | |
| JUN 2 1963 | W. G. Va |
| 23 Feb 67 | |

PERIODICAL
Japanese Society of Scientific Fisheries. Bulletin.
V.24
1958 - 59

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.

LIBRARY
JAN 21 1960
FISH & WILDLIFE SERVICE

# CONTENTS

An Attempt for Determining the Swimming Speed of Fish Schools by the Fish Finder (Preliminary Report) .....Saburo Kawada, Yozo Tawara and Chosei Yoshimuta.... 1
A Preparative Study with Trout for the Salmon Gill-Net ..... Atushi Koike, Kenji Kanda and Mitio Ogura.... 5
Comparative Efficiency of Differently Coloured Gill-Net in the North Sea Salmon Fishing .....Atushi Koike.... 9
Vertical Distribution of Bottom Fish—I .....Kenji Kanda....13
Hydrodynamic Studies on the Resistance of Spherical Glass Floats for Fishing—II. .....Takeo Taniguchi....16
Studies on the Antisepsis of Agar During the Manufacturing Process in the Mild Winter—IV. Effect of Hypochlorite on Disinfection of Reed Mats .....Hiroaki Fujisawa and Terutake Sukegawa....19
Studies on the Succinic Dehydrogenase of Fish—V. Difference of Succinic Dehydrogenase Activity between Various Fishes and Fish-Organs. .....Hironari Fukuda....24
Some Notes on M-Actomyosin of Squid Muscle .....Juichiro J. Matsumoto....29
On the Formation of Amine in Fish Muscle—III. Simple Method for the Detection of Histamine in Fish Muscle .....Fuyuo Ota....37
On the Formation of Amine in Fish Muscle—IV. Rapid Method for the Estimation of Histamine in Fish Muscle .....Fuyuo Ota....41
Freparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—I. On the Process of Chlorination and Properties of the Product .....Kosaku Suzuki....45
On a Specific Behavior of "Myosins" of Squind Muscle—I. Precipitability of "Myosins".....Masao Migita, Juichiro J. Matsumoto, Norimichi Aoe and Tomiko Saishu....51

**All communications and publications should be addressed to: Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

PERIODICAL
Japanese Society Sci. Fish.
2364 60 V.24
1958-59

# CONTENTS no. 2

On the Catches of the Anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn) in the Tokyo Bay and its Vicinity .....Keiichiro Watanabe and Makoto Inoue.... 83
On Two New Specimens of the Catadromous Eels from Sea of Japan, with Special Reference to its Pituitary Gland.....Yoshiharu Honma.... 87
On the Aberrant Body Color Found in Synophthalmic Chum Salmon Parr, *Oncorhynchus keta* (Walbaum) .....Yoshiharu Honma.... 93
Tissue Levels of Thiasin in Rainbow Trout.....Toshikazu Hoshina....100
Vertical Distribution of Bottom Fish—II .....Kenji Kanda....103
Vertical Distribution of Bottom Fish—III .....Kenji Kanda....111
Effect of Temperature on Ciliary Movement of the Gill of Black Banded Wings Pearl Oyster, *Pteria penguin* (Roding).....Shohei Shirai....121
On Actomyosin of Squid Muscle from Salt-Extract —Preparation of Actomyosin .....Juichiro J. Matsumoto....125
On the Protein Composition of Squid Muscle .....Juichiro J. Matsumoto....133
On the Formation of Amine in Fish Muscle—VII. —Effect of Freezing on the Histamine Formation in the Thawed Fish Muscle— .....Fuyuo Ota and Kosuke Kaneko....142
Polarographic Studies on the Molluscan Meat—II .....Kiyoshi Fukushima, Takeaki Kikuchi, Isami Osakabe and Ikunosuke Okada....144
The Softening Deterioration of Fish Sausage—I. Some Chemical and Microscopical Aspects .....Hitoshi Uchiyama and Takeo Tanaka....148
The Softening Deterioration of Fish Sausage—II. Microbiological Studies of the Softening Deterioration....Motonobu Yokoseki, Hitoshi Uchiyama and Toshiaki Mamizuka....156

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

# 会　告

## 「第2回原子力シンポジウム報文集」について

上記報文集の刊行について，学術会議より当学会会員に周知方依頼がありましたので御知らせ致します。

記

日本学術会議編

「第2回原子力シンポジウム報文集」

原子力シンポジウム報文集刊行委員会

東京都港区芝田村町1の1　日本原子力産業会議内 Tel. (59) 6121 (代) 振替・東京 62237 番　B5版4分冊箱入，総頁 1,000 頁，4,800 円（分冊可）。800 部限定出版，予約受付期間7月末日。発刊7月末日。詳細については直接同刊行委員会に御問合せ下さい。

# CONTENTS

Morphometric Comparison of Yellowfin Tuna for the Western, Middle and Eastern Parts of the Indian Ocean ..... Jun NAKAGOME....165

On the Seasonal Variation of Swimming Layers of Yellowfin Tuna, Big Eyed Tuna and Black Marlin in the Area of Caroline and Marshall Islands—II. Relation between Seasonal Variation of Swimming Layer and Vertical Distribution of Water Temperature ..... Jun NAKAGOME....169

On the Seasonal Variation of Swimming Layers of Yellowfin Tuna, Big Eyed Tuna and Black Marlin in the Area of Carolin and Marshall Islands—III. On the Relationship between Seasonal Variation of Swimming Layer and Rate-of-Catch ..... Jun NAKAGOME....173

Feeding Habits of the Yellow-Tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Caught in Wakasa Bay, the Japan Sea, Based on its Stomach Contents—I. Food Elements and their Seasonal Variation. ..... Fumio MITANI....176

Feeding Habits of the Yellow-Tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Caught in Wakasa Bay, the Japan Sea, Based on its Stomach Contents—II. Daily Change of Feeding Activity and Variation in Feeding Activity with its Growth. ..... Fumio MITANI....182

Effects of Metal Ions on the Glycylglycine Dipeptidase—IX. On the States of Mg in Enzyme Solution of Pyloric Caeca ..... Yoshihisa TOGASAWA....186

Effects of Metal Ions on the Glycylglycine Dipeptidase—X. On the Mechanism of $Mg^{++}$ Participation in the Formation of Active Glycylglycine Dipeptidase. ..... Yoshihisa TOGASAWA....191

Studies on the Biochemical Change in Fish Muscle—VII. On the Viscosity Change and Superprecipitation of the Myosin A and B Fractions Caused by ATP Addition ..... Kaname SAITŌ and Tomio HIDAKA....196

Studies on the Biochemical Change in Fish Muscle—VIII. On the Proteolytic Activity of Fish Muscle Extracts ..... Kaname SAITŌ and Muneo SAMESHIMA....201

Chemical Studies on Volatile Constituents of Sea-Weed. On Volatile Constituents of *Digenia simplex* ..... Teruhisa KATAYAMA....205

Studies on the Carotenoids of Salmon—I. Identification of the Muscle Pigments..... Tsunetoshi KANEMITSU and Hiroshi AOE....209

Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—VIII. Preparation of Crystalline Cytochrome C from the Red Muscle of Tunny-Fish ..... Fumio MATSUURA and Kanehisa HASHIMOTO....216

Efficacy of Some Antibiotics as Preservatives for Fresh Tunny ..... Noboru TAKATSUKA, Tadashi TAWARA and Hokoto ONO....221

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

On the Net and Rope Disused after Set Net Fishings .....Katuji Honda....233

On the Change in Strength of Netting Cords Immersed in the Sea—II. Relation between the Strength of Tarred Synthetic Cords and the Temperature, and Comparison of Power of These Cords Changing When Immersed in the Sea.... Yoshinori Shimozaki and Yasushi Nozawa....240

Experimental Studies on the Feeding Habits of Amber-fish, *Seriola quinqueradiata T. et S.* .....Masayoshi Hatanaka, Masao Takahashi and Gorō Murakawa....251

Model Experiments on Batti-Ami .....Tokuro Nonoda....256

On the Deformation of Fishing Net Caused by the Current .....Syôzyûrô Okabayashi....263

Studies on the Buffering Capacity of Fish Muscle—I. The Buffering Capacity as a Measure of Freshness .....Michizo Suyama and Tadashi Tokuhiro....267

Studies on the Buffering Capacity of Fish Muscle—II. Effects of Trimethylamine Oxide and Urea on the Buffering Capacity ....Michizo Suyama....271

Studies on the Buffering Capacity of the Fish Muscle—III. Effects of Trimethylamine and Ammonia on the Buffering Capacity of Fish Muscle and the Change in the Capacity during Degradation. .....Michizo Suyama....276

Studies on the Buffering Capacity of Fish Muscle—IV. Buffering Capacity of Muscles of Some Marine Animals .....Michizo Suyama, Junzo Koike and Kazuo Suzuki....281

Studies on Mucilage from the Seaweed, *Eucheuma muricatum* (Gmel.) Weber van Bosse—VI. Composition of Component Sugar .....Takehiko Nakamura....285

An Improved Cylinder Plate Assay Method for Determination of Chlortetracycline in Fish Tissues. .....Tetuo Tomiyama, Atsushi Tsuda and Yasuo Yone....289

B Vitamins Content of Liver Meal and Liver Extracts of Aquatic Animals .....Shōji Miyagawa and Kōjiro Ueno....296

Amino Acid Composition of Crustacean Muscle Proteins .....Shōji Kōnosu, Shin-ichi Katori, Teruko Akiyama and Takajiro Mori....300

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

The Swimming-Water-Depth for Anchovy Shoals in Tokyo Bay
.....Makoto Inoue and Mitio Ogura....311
The Characteristic Behaviors of Anchovy Shoals Called "Rippling" and "Jumping" in Tokyo Bay .....Makoto Inoue and Mitio Ogura....317
On the Periodical Change of the Fishing Condition and the Body-Length of a Whole Year, and the Distribution and Migration of Swordfish of the Northwestern Part of the Pacific Ocean .....Jun Nakagome....322
Effects of Light Intensity and Water-temperature On the Growth of *Porphyra*-frond....Shukuo Kinoshita and Ken-ichiro Teramoto....326
On the Contraction of a Gelatin—Water System .....Hiroshi Hirano....330
Carbonyl Compounds in Fish as Related to the Deterioration—I. Detection of Volatile Carbonyl Compounds Formed in Fish Flesh .....Fuyuo Ota....334
Carbonyl Compounds in Fish as Related to the Deterioration—II. Thermal Production of Formaldehyde in Fish Flesh .....Fuyuo Ota....338
Studies on the Antisepsis of Agar During the Manufacturing Process in the Mild Winter—V. Application of Antiseptic Treatments to the Preservation of Agar Quality .....Hiroaki Fujisawa and Terutake Sukegawa....342
Chemical Studies on Volatile Constituents of Seaweed—XIII. On Volatile Constituents of *Laminaria* sp. .....Teruhisa Katayama....346
The Effect of ATP on the Viscosity of Squid Actomyosin .....Juichiro J. Matsumoto....355
Deterioration of the Shell-Fish Poison "Venerupin" by Inorganic Salts .....Masao Migita and Koichi Kanna....363
The Softening Spoilage of Fish Sausage—III. An Anaerobic Starch Digestion by *Bacillus circulans* Isolated from Softened Part of Fish Sausage and Other *Bacillus* Species. .....Hitoshi Uchiyama, Motonobu Yokoseki and Kootaro Motohashi....370
Studies on the Unpleasant Smell Common to the Salmon Canned in Electrolytic Tin-Plate Can. ..Chiaki Koizumi, Junsaku Nonaka....378
Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—II. Separation of the Product from the Solution in Carbontetrachloride by Precipitation Method.....Kosaku Suzuki....381

垂直網の網目と魚体の大きさとの関係……檜山義夫・草下孝也・山下良章 466
魚群探知機による定置網漁場における
魚道の測量の一つの試み（予報）……川田　三郎・田原　陽三 469
胎生魚タケノコメバルの卵発生と仔魚期……藤田　矢郎 475
ブリティッシュ・コロンビア型中層曳網の模型実験について—I.（英文）……鈴木　乙彦 480
ワカメの生態に関する研究—III.
光合成量に及ぼす光と温度の影響について（その1）……斎藤雄之助 484
印度洋キハダの外部形態について(英文)……鉄　健司・檜山　義夫 487
東海地方の養鰻池に於ける水色，透明度等の季節的
変化と粒子組成より見た植物性プランクトン……中村　中六 495
漁網の水中視程に関する研究—I.
水の濁りと網糸の視程について……井上直一・西沢　敏・田向康三郎・工藤孝雄 501
カキ養殖場に於けるニシ貝駆除の研究
第一報　銅剤の効果試験……今井丈夫・伊藤　進・白石景秀・渋谷候夫 507
食品保蔵上よりみた香辛料揮発成分の化学的研究—I.（英文）……片山　輝久 511
塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究—III.
生成物の防火性について……鈴木　康策 515
冷凍貯蔵中に於ける魚肉の変色に関する研究—I.
混合溶液中の $Fe^{II}$ 型及び $Fe^{III}$ 型ミオグロビンの同時定量法について……佐野吉彦・橋本周久 519
ヒノキチオールの鮮度保持効果……野口栄三郎・山本　常治 524
魚類血液の生化学的研究—XIII.
血清中のリポ蛋白質と糖蛋白質の電気泳動的特性……斎藤　要 531
缶詰カニ肉の褐変に関する研究—I.（英文）……長沢　善雄 535
市販魚介類の鮮度について（夏の鮮度）……佐藤良裕・岩松礼三・高橋道太郎 541
魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—I.
各種燐酸塩類のかまぼこの品質に及ぼす影響について……岡村一弘・松田敏生・横山理雄 545
水産動物肉蛋白に関するポーラログラフ的研究—I.
蛋白波測定条件……菊池武昭・平野敏行・大貫　晃・岡田部之助 551
サケ・マス類のカロチノイド色素の研究—II.
筋肉色素の定量……金光　庸俊・青江　弘 555
魚肉ソーセージの研究—III.
魚肉ソーセージ用ゲーシングとしてのライファン（塩酸ゴム）とクレハロン
（ポリビニリデンクロライド）の物理化学的性質について……上野三郎・橋本　亨・清水　亘 559
血合筋肉の化学的研究—XI.
マグロミオグロビンのアミノ酸組成……鴻巣章二・橋本周久・松浦文雄 563
イカ肉の特臭に関する研究—V.　雨イカの悪臭酸について (II)……山西　貞・梶川　靖子 567
サケ卵の脂質—I.　油脂の成分について……座間宏一・片田宗男・五十嵐久尚 569
海藻のビタミンに関する研究—I.　葉酸及びフォリン酸……金沢　昭夫・柿本　大壱 573
鯨油の研究—XIII.　ツチクジラ皮油の不鹸化物成分……佐伯誠道・方士　珍・森高次郎 578
テトラサイクリン類による処理が加工食品の品質に及ぼす効果—I.
クロルテトラサイクリン処理のイワシ及びサバ塩蔵に対する
効果及び塩蔵中における残存量の変化……富山　哲夫・杉谷　徹 581
水産動物肉に関する研究—XXXIX.
ブリ肉冷蔵中の変化（英文）……清水　潮・寺島広由・清水　亘 586
海水のビタミン $B_{12}$ に関する研究—IV.　電気透析による海水の脱塩及び海水
中ビタミン $B_{12}$ の安定度について……柏田研一・柿本大壱・金沢昭夫・川越一徳・久保素子 591
雑　録……595
会　告……598

# CONTENTS

A Rapid Color Change in the Filefish
..... Tomotoshi Okaichi, Hisao Kai and Yoshiro Hashimoto....389
Über drei Arten von der parasitischen Copepodengattung, *Cardiodectes* aus Japan .....Sueo M. Shiino....394
Culture of a Laver, *Porphyra tenera* Kjellm—I. Preliminary Research on Cultural Conditions .....Hideo Iwasaki and Chikayoshi Matsudaira....398
On the Formation of Pearl .....Yoshiichi Matsui....402
Model Experiments on the Sardine Purse Seine Operating in Hyuganada —VI .....Yûnosuke Iitaka....407
Studies on the Larvae and Juveniles of Fishes Accompanying Floating Algae—I. Research in the Vicinity of Tsuyazaki, during Mar., 1957—Mar., 1958 .....Keitaro Uchida and Yoichi Shojima....411
Preliminary Studies on Scale Arrangement of Japanese Fishes
..... Hisao Kobayashi and Toru Hayashi....416
The Crystalline Structure on the Nacre of Pearl Oyster Shell.....Kōzo Wada....422
On the Survival of Trout Fingerlings Stocked in a Mountain Brook—I. The Estimation of Survival Rate by Observation .....Kôsi Onodera....428
Studies on the Specific Growth of Freshwater Fishes Referring to the Weight Increase of Individual and Population—I.....Yasuo Kodama....435
Quality of the Pearl Examined in Association with the Graft Tissues Taken from Various Parts of the Mantle
..... Mitsutake Miyamura and Tsugihiko Makido....441
A Beaked Whale *Mesoplocen* Stranded at Oiso Beach, Japan
..... Masaharu Nishiwaki and Toshiro Kamiya....445
Experimental Studies on the Utilization of Food by Young Mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (Houttuyn) (continued)
..... Masao Takahashi and Masayoshi Hatanaka....449
Vitamin $B_{12}$ as a Factor in the Environment of Bivalves.—I. Seasonal and Environmental Variation of Vitamin $B_{12}$ Content in *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*
..... Jun'ichiro Sagara and Masaaki Yanase....456
On the Availability of the Sardine *Sardinops melanosticta* Population caught by Drift Gill Nets in the Western Japan Sea ....Takeyuki Doi....462
Fishing Effects of a Model Lift Nets—I. Relation between Mesh Size and Fish Length
.....Yosoio Hiyama, Takaya Kusaka and Yoshiaki Yamashita....466
An Attempt for Detecting the Swimming Course of Fish Schools at a Set Net Fishing Ground by Fish Finder (Preliminary Report)

.....Saburo Kawada and Yozo Tawara....469
On the Egg Development and Larval Stages of a Viviparous Scorpaenid Fish, *Sebastes oblongus* Günther .....Shiro Fujita....475
On the Model Experiment of the British Columbia Mid-Water Trawl—I. ..... Otohiko Suzuki....480
An Ecological Study of *Undaria pinnatifida* Sur.—III. On the Effect of Light-Intensity and Water-Temperature upon the Rate of Photosynthesis—I .....Yunosuke Saito....484
Morphometric Comparison of the Yellowfin Tuna from Six Grounds in the Indian Ocean .....Kenji Kurogane and Yoshio Hiyama....487
On the Seasonal Variation of Chlor-Content, Transparency and Water-Color of Water of the Eel-Culture Ponds in Tokai District, in Relation to the Particle-Size of Phytoplankton ....Nakaroku Nakamura....495
Studies on the Visual Range of Net Twines in Water—I. On the Relation between the Visual Range of Net Twines and the Turbidity of Surrounding Water ..... Naoichi Inoue, Satoshi Nishizawa, Kōzaburo Tamukai and Takao Kudo....501
Studies on Drill Control in Oyster Beds. 1. Test of Copper as a Barrier for Japanese Drill, *Tritonalia japonica* ..... T. Imai, S. Ito, K. Shiraishi and T. Shibuya....507
Chemical Significance of the Volatile Components of Spices in the Food Preservative Viewpoint—I. On the volatile Component of *Xanthoxylum piperitum* .....Teruhisa Katayama....511
Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—III. On the Fire-Retardant Property of the Product .....Kosaku Suzuki....515
Studies on the Discoloration in Fish Meat during Freezing Storage—I. A Spectrophotometric Method for the Simultaneous Determination of Ferrous and Ferric Forms of Myoglobin in their Mixed Solution.....Yoshihiko Sano and Kanehisa Hashimoto....519
Availability of Hinokitiol for the Preservation of Fish ..... Eizaburo Noguchi and Joji Yamamoto....524
Biochemical Studies on the Fish Blood—XIII. On the Electrophoretic Specificity of Serum Lipoprotein and Glucoprotein .....Kaname Saitō....531
Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat (*Paralithodes camtshatica Til.*) I. The Difference in the Chemical Composition of Normal and Browned Canned Crab Meat .....Yoshio Nagasawa....535
Examination on the Freshness of Marketing Fish in Summer in Sendai ..... Yoshihiro Sato, Reizo Iwamatsu and Michitaro Takahashi....541
Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage

Products—I. Various Effects of Phosphate on Qualities of "Kamaboko", Fish Cake
..... Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama....545
Polarographic Studies of Protein Contained in Aquatic Animal—I. Detection of Typical Protein Waves .....Takeaki Kikuchi, Toshiyuki Hirano, Akira Onuki, and Ikunosuke Okada....551
Studies on the Carotenoids of the Salmon—II. Determination of Muscle Pigment .....Tsunetoshi Kanemitsu and Hiroshi Aoe....555
Studies on Fish Sausage—III..Saburo Ueno, Tōru Hasimoto and Wataru Simizu....559
Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—XI. Amino Acid Composition of Tuna Myoglobin
.....Shōji Kōnosu, Kanehisa Hashimoto and Fumio Matsuura....563
Studies on the Characteristic Oder of Squid—V. On the Unpleasant Odorous Acid of Rain Spoilt Dried-Squid (II)
..... Tei Yamanishi and Yasuko Kajikawa....567
Egg Lipids of a Salmon, *Oncorhynchus keta*—I. Fatty Oils from Salmon Eggs ..... Koichi Zama, Muneo Katada and Hisanao Igarashi....569
Studies on the Vitamins of Seaweeds—I. Folic Acid and Folinic Acid
..... Akio Kanazawa and Daiichi Kakimoto....573
Studies on the Whale Oil—XIII. The Composition of Fatty Alcoyols in the Pacific Beaked Whale Blubber Oil
.....Masamichi Saiki, Shin-chen Fang and Takajiró Mori....578
Effectiveness of Tetracyclines Treatment on Quality Improvement of Processed Foods—I .....Tetuo Tomiyama and Tohru Sugitani....581
Studies on Muscle of Aquatic Animals—XXXIX. Changes in Muscle of Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) during Cold Storage
..... Usio Simizu, Hiroyoshi Terashima and Wataru Simidu....586
Studies on Vitamin $B_{12}$ in Sea Water—IV. Electrodialysis of Sea Water and the Stability of Vitamin $B_{12}$ in Sea Water
..... Ken-ichi Kashiwada, Daiichi Kakimoto, Akio Kanazawa, Kazunori Kawagoe and Motoko Kubo....591

**All communications and publications should be addressed to: Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

On the Stock of *Octobus* (*Octobus*) *vulgaris* Lamarck, on the East Coast of Bōso Peninsula, Japan. ..... Jiro Tanaka..601

A Trial on Estimating the Abundance of Population of the Pacific Saury *Cololabis saira* (Brevoort) ..... Takeyuki Doi..608

Implications of the Scale Ring—I. The Phenomenon of Unformed Rings on the Scales..... Hideaki Yasuda..613

The Effect of Transplantation on the Growth and Shell Form of the Stunted Japanese Little-Neck Clam, *Tapes Japonica* Deshayes ..... Sang Choe and Yasuo Ohshima..616

On the Weight of Webbing in Water ..... Yûnosuke Iitaka..620

Periodical Change of Fishing Condition and Body-Length Formation, Relation between Both the Changes, and Relation between Northern and Southern Fishing Areas of Big Eyed Tuna around Midway, Hawaii, Marshall and Fanning Islands ..... Jun Nakagome..622

Studies on the Growth and Age of the Yellow-Tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S. Found in Japan and the Adjacent Region—I. A Fundamental Consideration on Age Estimation by Vertebrae. ..... Fumio Mitani..626

Studies on the Choline in Fish—I. Content of Choline and the Similar Substances in Fishes ..... Kōji Takada and Jun-ichi Nishimoto..632

Studies on the Choline in Fish—II. Decomposition of Choline during the Spoilage of Fish Meats ..... Kōji Takada and Jun-ichi Nishimoto..636

Trimethylamine Oxide in Fish Muscle I. The Origin of Trimethylamine Oxide in Goldfish Muscle..... Yoshiro Hashimoto and Tomotoshi Okaichi..640

Trimethylamine Oxide in Fish Muscle II. Trimethylamine Oxide in the Muscle of Eels Kept in Fresh and Brackish Water ..... Yoshiro Hashimoto and Tomotoshi Okaichi..645

Studies on the Biochemical Change in Fish Muscle—IX. On the Proteolytic Activity of Ordinary and Dark Muscle ..... Kaname Saito and Muneo Sameshima..648

Polarographic Studies of Protein Contained in Aquatic Animal—II. Specific Difference Shown in Protein Wave ..... Takeaki Kikuchi, Toshiyuki Hirano, Hiroshi Morooka and Ikunosuke Okada..651

Change in Chemical Compositions during the Maturation of Rainbow Trout Eggs ..... Michizo Suyama..656
Changes in Amino Acid Composition of Protein during the Maturation of Raindow Trout Eggs..Michizo Suyama, Mitsunori Kaneko and Hideo Omata..660
Influence of Urea upon the Binding of Some Ionic Dyes to Proteins ..... Masao Migita and Shigeo Otaka..663
Study on the Green Meat of Tuna—I. Quantitative Differences of Vitamin B Group and Mineral between the Green and the Normal Meat of Precooked Tuna. ..... Shuichi Hirao, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase, Juami Yamada, Ryo Kikuchi, Kikuko Tabei, Kenji Kisaka and Yoshihiro Enomoto..671
Study on the Green Meat of Tuna—II. Quantitative Differences of Vitamin B Group and Mineral in Kidney between Green and Normal Bodies of Yellowfin Tuna..... Shuichi Hirano, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase, Juami Yamada, Ryo Kikuchi, Kikuko Tabei, Kenji Kisaka and Yoshihiro Enomoto..676
Study on the Green Meat of Tuna—III. A Simple Method to Distinguish Greened Body from Normal One before Cooking. .... Shuichi Hirao, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase, Juami Yamada, Ryo Kikuchi, Kikuko Tabei, Kenji Kisaka and Yoshihiro Enomoto..679
Studies on Growth and Toxin Production of *Clostridium botulinum* Type E in Fish Products—II. On the Nutritional Requirements of *Clostridium botulinum* Type E..... Yoshiaki Ando and Katuhiro Inoue..682

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba Kaigandori 6-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

A Study on the Culture of the Conchocelis of *Porphyra tenera* on the Bottom of the Sea .....Kojiro Tanaka..701

Studies on the Scales of Scorpaenoid Fishes—II. Peculiality in Scale Character of Rock Fish *Apistus carinatus* (Bloch et Schneider) ..... Hisao Kobayasi..705

On the Spawning Shoals of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Migrating to the Danjo Islands in the East China Sea. ..... Fumio Mitani..708

Studies on Freshness Determination of Fish Meat by the Distillation Ratio of Volatile Acids—IX. On the Applicability of D.R. Value to the Determination of the Freshness of Oyster ..... Suezo Asakawa..714

Multiple Hemoglobins in Fish.....Kanehisa Hashimoto and Fumio Matsuura..719

Comparative Studies on Two Hemoglobins of Salmon.....Kanehisa Hashimoto and Fumio Matsuura..724

Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—IX. Heat Coagulability of Red Muscle Myoglobin and Blood Hemoglobin ..... Fumio Matsuura, Kanehisa Hashimoto and Naohisa Haruta..730

Lipids of the Muscle of Tuna, *Thynnus orientalis*—V. Further Researches on the Phosphoaminolipids... Muneo Katada, Koichi Zama and Hisanao Igarashi..735

Egg Lipids of a Salmon, *Oncorhynchus keta*—II. Conjugated Lipids from Salmon Eggs .....Kōichi Zama, Muneo Katada and Hisanao Igarashi..739

Preparation of Quaternary Ammonium Salts from Fish Oil and their Antibiotic Action .....Masamichi Toyomizu, Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu..743

A New Method for Estimating the Freshness of Fish ..Tsuneyuki Saito, Ken-ichi Arai and Minoru Matsuyoshi..749

A Comparative Study on the Extractability of Muscle Proteins of Some Animals.....Masao Migita, Juichiro J. Matsumoto and Norimichi Aoe..751

The Catalytic Action of Blood and Blood Pigment on the Oxidation of Unsaturated Fatty Acid and Hydrocarbon....Chiaki Shimizu and Tadanobu Fukuhara..760

Studies on the Internal Spoilage of Fish-Jelly Products—III. Measurement of Oxidation-Reduction Potential in Fish-Jelly Products ..... Motonobu Yokoseki..765

The Pantothenic Acid Content of Fish and Shellfish....Hideo Higashi, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase and Kikuko Tabei..770

The Folic Acid Content of Fish and Shellfish .....Hideo Higashi, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase and Kikuko Tabei..776

*Fluorodermin*, a New Fluorescent Hydrocarbon in the Skin of Fishes. ..... Shuichi Hirao and Ryo Kikuchi..781

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba Kaigandori 6-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

On the Wear Resistance in Continuous Fillament-Twines—I.
..... Yoshinori Shimozaki and Harumi Kato..787
On the Law of Mechanical Similarity for Ropes of Fishing Nets
.....Tasae Kawakami..795
Relationship between Seasonal Change of *Anabaena* and Environmental
Conditions in a Farm Pond .....Yoshihiro Satomi..798
Studies on the Growth and Age of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata*
T. & S., Found in Japan and the Adjacent Region—II.
Estimation of Age and Growth from the Opercular Bone.
.....Fumio Mitani and Tetsuya Sato..803
Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—X.
A New Method for Determination of Myoglobin....Fumio Matsuura
and Kanehisa Hashimoto..809
Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—II.
Effect of Chemical Materials on the "Browning" Reaction
..... Yoshio Nagasawa..816
Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish
Sausage Products—II.
Effects of Na-pyrophosphate, Na-tripolyphosphate and Their
Mixtures upon the Jelly-Strength of "Kamaboko"
.....Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama..821
Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish
Sausage Products—III.
Presentation of "the Factor of Water Intake" as an Index
of Kamaboko Jelly-Strength.....Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda
and Mitio Yokoyama..826
Studies on the Browning of Fish Flesh—I.
Browning of White Flesh by Heat.... Toyoki Ono and Fumio Nagayama..833
Studies on the Lipid of Plankton—II.
Fatty Acid Composition of Lipids from Euphausiacea
Collected in the Antarctic and Northern Pacific Oceans.
..... Masamichi Saiki, Shin-chen Fang and Takajiro Mori..837
The Mechanism of the Slime Formation on Sugared Kamaboko—II.
Identification of Dextran with Enzyme Preparation
from *Penicillium funiculosum*..... Hitoshi Uchiyama and Keishi Amano..840

Studies on the Trypsin Inhibitor of Pyloric Coeca—I.
Preparation and its Some Properties ..... Michihiko KURIHARA..848
Studies on the Lipoxidase in Fish Tissues—III.
Linoleate Oxidation by Liver Extract.. Fumio NAGAYAMA and Toyoki ONO..853
Studies on the Fat Metabolism of Fish—I.
Contents of Fat and Phosphorus during the Growth of
Rainbow Trout.....Toyoki ONO, Fumio NAGAYAMA and Yasuo MOCHIZUKI..858
Studies on the Fat Metabolism of Fish—II.
Contents of Fat and Cholic Acid in the Liver of Pacific
Mackerel .....Toyoki ONO, Fumio NAGAYAMA and Tomō YAMADA..862
Chemistry of the Supporting Tissue of Aquatic Animals.....Yasuhiko TSUCHIYA..865

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

Tissue Levels of Sulfa-drugs in Eel ..... Toshikazu Hoshina..881
On the Net Disused after Purse Seine Fishings ..... Katuji Honda..885
On Shoals of the Yellowtail, *Seriola quinqueradiata T. & S.*, Migrating to the Tsushima Island ..... Fumio Mitani..888
On the Young Atka Fish Obtained from the Stomach of Pink Salmon ..... Yoshinori Ogawa and Tatsuro Nazumi..893
On the Adhesive Power of the Eggs of Ayu, *Plecoglossus altivelis T. & S.* ..... Rikizo Ishida and Yasuo Ohoshima..896
Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—III. The "Browning" of Canned Crab as Dependant upon the Time of Leaving the Raw Crab without Carapace but Uncanned .. Yoshio Nagasawa..900
Studies on the Phosphatide of Aquatic Animals—XIX. Lipids of the Body Tissues of Herring, *Clupea pallasii* ..... Muneo Katada, Kôichi Zama and Hisanao Igarashi..905
Chemical Properties of Oils in Gamma-Radiated Fish Meat and Products—Part I. ..... Takashi Kaneda, Hisae Sakai and Seinosuke Ishii..909
Studies of Putrefaction of Aquatic Products—26 Spoilage of Fish in the Presence of Carbohydrates ..... Sigeyuki Hibiki and Wataru Simidu..913
Studies on Putrefaction of Aquatic Products—27 Inhibition of Histamine Formation in Spoiling of Cooked Fish and Histidine Content in Various Fishes ..... Sigeyuki Hibiki and Wataru Simidu..916
Questions to the Availability of Ice as Carrier of Chemical Preservatives. An Examination with Chlortetracycline....Katsumi Higashi, Noboru Takatsuka, Tadashi Tawara, Yuichi Sasano and Michiko Fujii..920
Chemical Studies on the Volatile Constituents of Seaweed—VIV. On the Volatile Constituents of *Laminaria* sp. (2)..... Teruhisa Katayama..925
Studies on Folic Acid and Folinic Acid of Fishes ..... Daiichi Kakimoto and Akio Kanazawa..933
A Practical Cylinder Plate Assay Method for Determination of Chlortetracycline in Tissues....Tetuo Tomiyama, Kunio Kobayashi and Yasuo Yone..937
Fat and Vitamin A in the Intestine of the Lamprey, *Entoaphenus japonicus* Martens ..... Juami Yamada..943

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.**

# CONTENTS

On the Confidence Limits Corresponding to the Estimate Obtained by DeLury's Logarithmic Catch-effort Method ..... Yukio Nose.. 953

Comparison of Variations of Fishing Condition in a Whole Year among Each Sub-area and Migration of Fish Groups in the Southern Part of the Pacific Ocean ..... Jun Nakagome.. 957

Some experimental Notes on the Reducing sugar in "Asakusanori" (*Porphyra tenera* Kjellm.) ..... Hiroshi Yamazaki.. 961

Cystoma Found in the Liver of Rainbow Trout, *Salmo gairdnerii irideus* Gibbons ..... Yoshiharu Honma and Kaoru Shirai.. 966

Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—IV. Soaking of the Raw Material in Water and Heating... Yoshio Nagasawa.. 971

Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—V. "Browning" in Different Body-Parts of Raw Crab..... Yoshio Nagasawa.. 976

Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—IV. Effects of Phosphate Mixtures Composed of Pyrophosphate and Toripolyphosphate upon the Factor of Water Intake and the Jelly Strength of "Kamaboko" ..... Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama.. 978

Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—V. The Effect of Phosphates on the Jelly Strength of "Kamaboko" and on the "Dare", Plastic Flow of Raw Fish Paste..... Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama.. 986

Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—VI. Sources of Fluctuation and Error in Determination of Jelly Strength of "Kamaboko" and Fish Sausage. ..... Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama.. 994

Effects of Some Postirradiation Treatments on the Survival of Bacteria Irradiated with $^{60}Co$ Gamma Rays—I. ..... Hajime Kadota, Hideo Miyoshi and Hiromu Shibata..1001

Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—IV. Change of Molecular Weight of Fish Oil Caused by Chlorination ..... Kosaku Suzuki..1008

The Penetration of Chlortetracycline into Tissues of Sockeye Salmon on CTC-dip Treatment and Its Destruction on Heating. ..... Tetuo Tomiyama, Yasuo Yone and Kunio Kobayashi..1012

TRANSLATION
REPRINT FILE

**All communications and publications should be addressed to:**
**Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan.**

# 魚群探知機の記録から魚群の游泳速度を測定する一つの試み（予報）

川田三郎・田原陽三・吉牟田長生
（東海区水産研究所）

# An Attempt for Determining the Swimming Speed of Fish Schools by the Fish Finder (Preliminary Report)

Saburo Kawada, Yozo Tawara and Chosei Yoshimuta

The swimming speed of fish schools passing through the entrance of a set net has been calculated on the basis the recorded figures on a linear system fish finder. The methods used for the calculation are as follows.

When the transmitting and receiving oscillators are fixed slantingly downwards to the entrance of a set net (Fig. 1), the recorded figure of fish schools passing through the entrace of the net may be estimated in a line as indicated figure 2. If we set the angle of inclination of recorded figure "*ab*" towards the axis of time "*T*" is represented by "$\alpha$", the approximate swimming speed "*S*" of fish schools will be formulated as

$$S \fallingdotseq (v/h) \tan\alpha \sec\gamma$$

where $S$: swimming speed of fish schools,
$v$: conveying velocity of recording paper,
$h$: reduced scale of recorded figures,
$\alpha$: the angle of inclination of recorded figure toward the axis "*T*",
$\gamma$: the angle of inclination formed by the projecting direction of ultrasonic-wave and water surface.

As the result of field test which was carried out at night applying the above method to a set net commercially operated for horse-mackerel. The swimming speed of the fish schools horizontally swimming in and out of the net has been estimated to range from 0.05 to 0.55 m/sec (Table 1 and Fig. 5).

**緒言：** 魚群探知機を用いて魚群の游泳速度を測定することは魚群探知機の性能や魚群の游泳状態の差異等のため正確を期することは容易ではない。しかし現用の魚群探知機でも或る条件下の魚群の游泳速度ならば比較的正確に且つ簡単に魚群像から測定が可能である。ここには定置網の羽口を通過する魚群の游泳速度を測定したのでその結果を報告する。

**測定の方法：** 今 Fig. 1 に示すように定置網の羽口に固定された送波器から超音波が羽口の前方斜下向きに投射され魚群は羽口の前方または後方に向つて水平に一定速度で移動する場合を考える。

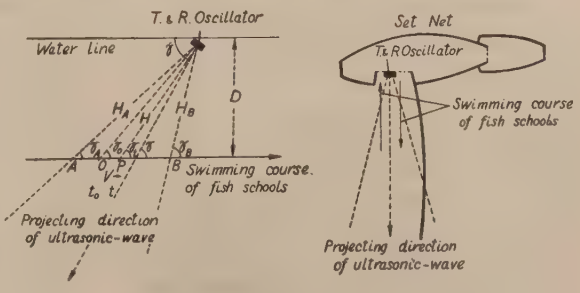



Fig. 1.

（1） 直線式魚群探知機について：

1958 年 1 月 11 日受理 東海区水産研究所業績 B 第 238 号

Fig. 1 に示すような水面と超音波投射方向とのなす角を $\gamma$ とし魚群が超音波束を通過するときの記録の出始める点 $A$ と，消える点 $B$ との送受波器からの距離をそれぞれ $H_A$ m, $H_B$ m とする。

魚群が超音波束を $D$ m の水深で水平に $S$ m/sec で通過するとき任意の点 $O$ に於ける超音波投射角を $\gamma_0$ とし $t$ 秒後の点 $P$ に於ける投射角を $\gamma_t$ とし，そのときの送受波器からの距離を $H$ m とすれば (Fig. 1 参照)。

$$H^2 = D^2 + (D\cot\gamma_t - St)^2$$

これを $t$ で微分すれば

$$\frac{dH}{dt} = -S\frac{(D\cot\gamma_t - St)}{H}$$

$$= -S\frac{\sqrt{H^2 - D^2}}{H}$$

$$= -S\sqrt{1-\left(\frac{D}{H}\right)^2}$$

$$= -S\cos\gamma_t$$

従つて

$$S = -\frac{dH}{dt}\sec\gamma_t$$

$\gamma_t$ は $A$ では $\gamma_A$ で $B$ では $\gamma_B$ であるから

$$\gamma_A < \gamma_t < \gamma_B$$

で $\left|\frac{dH}{dt}\right|$ は $A$ から $B$ にゆくに従つて漸減し，記録は Fig. 2 のように曲がり $\widehat{ab}$ となる。

$\overline{ab}$ の時間の軸 $T$ に対する傾きを $\alpha$ ($< c\,a\,b$) とすると魚群探知機の紙送り速度が $v$ mm/sec，記録紙の寸法が $h$ mm/m に縮尺されていると

$$\tan\alpha = \frac{h(H_A - H_B)}{v(t_B - t_A)}$$

だから

$$\left|\frac{dH}{dt}\right|_a > \frac{v}{h}\tan\alpha > \left|\frac{dH}{dt}\right|_b$$

従つて $S$ の近似計算には

$$S \fallingdotseq \frac{v}{h}\tan\alpha\sec\gamma$$

を用いる。

(2) 円弧式魚探機について: 前述のようにして記録をとつた場合円弧式では Fig. 3 のように記録さ

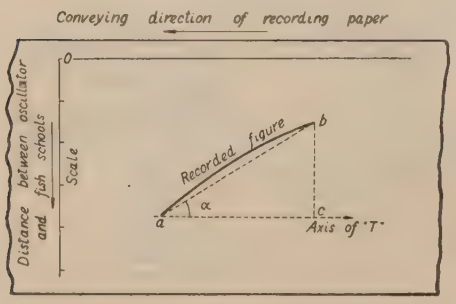



**Fig. 2.** Estimated line of fish schools to be recorded on the linear system finder when entering in the net.

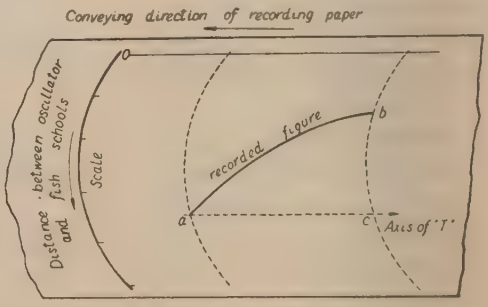



**Fig. 3.** Estimated line of fish schools to be recorded on the rotary system finder when entering in the net.

れる。

$$\overline{ac} = v\,(t_B - t_A)$$

$$\widehat{cb} = h\,(H_A - H_B)$$

だから

$$\frac{H_A - H_B}{t_B - t_A} = \frac{v}{h} \cdot \frac{\widehat{cb}}{\overline{ac}}$$

従つて円弧式では $S$ の近似計算には

$$S \fallingdotseq \frac{v}{h} \cdot \frac{\widehat{cb}}{\overline{ac}} \sec\gamma$$

を用いる。

**測定の結果**: 1953 年 11 月 6, 7 日相模湾岩漁場に於いて定置網の羽口 (33 k) を通過するアジ小魚群について日本無線 K.K. の NMD-210 型魚群探知機 (50 KC, 直線式, 乾式) 送受波器を定置網の羽口中央に $\gamma = 30,^\circ$ 水深 1 m に保つて 測定した結果は Table 1 に示す通りで入網魚群及び出網魚群別に級間隔を 0.05 m/sec としてそれぞれの記録の頻度をとると Fig. 5 のようになつた。

定置網の羽口を通過する魚群の游泳速度は Fig. 5 に示された如くて入網魚群では 0.10～0.55 m/sec の範囲で平均游泳速度は 0.271 m/sec, 出網魚群では 0.05～0.35 m/sec の範囲で平均游泳速度は 0.203 m/sec

Table 1. Obtained values by calculation in experiment.

| Time | $\alpha$ | $S$ m/sec | Time | $\alpha$ | $S$ m/sec | Time | $\alpha$ | $S$ m/sec | Time | $\alpha$ | $S$ m/sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| h m | | | h m | | | h m | | | h m | | |
| 18.10 | −41° | −.27 | | 43° | .29 | | 37° | .24 | | −40° | −.26 |
| | 49° | .36 | | 50° | .37 | | 40° | .26 | | −37° | −.24 |
| | 35° | .22 | 19.50 | 35° | .22 | | −37° | −.24 | | −45° | −.31 |
| | 44° | .30 | | 45° | .31 | 21.20 | 40° | .26 | | −41° | −.26 |
| | 42° | .23 | | −25° | −.15 | | 39° | .26 | | −31° | −.19 |
| | −27° | −.16 | | 50° | .37 | | 33° | .21 | | −35° | −.22 |
| 18.20 | 30° | .19 | 20.00 | 60° | .54 | 21.30 | 30° | .20 | 23.00 | — | — |
| | 29° | .18 | | 45° | .31 | | 37° | .24 | 23.10 | — | — |
| 18.30 | 36° | .23 | | 44° | .30 | 21.40 | 40° | .26 | 23.20 | — | — |
| | 29° | .18 | | 45° | .31 | | 36° | .23 | 23.30 | −33° | −.21 |
| | 48° | .34 | | 35° | .22 | | 38° | .25 | 23.40 | 30° | .19 |
| | 41° | .27 | 20.10 | 50° | .37 | 21.50 | 43° | .29 | | −24° | −.14 |
| | 32° | .20 | | 48° | .34 | | 45° | .31 | | −30° | −.19 |
| 18.40 | 50° | .37 | | 30° | .19 | | 40° | .26 | 23.50 | — | — |
| | −30° | −.19 | | 48° | .34 | | 38° | .25 | 00.00 | 23° | .13 |
| | 40° | .26 | 20.20 | 46° | .32 | | 47° | .33 | 00.10 | — | — |
| | −23° | −.13 | | 49° | .36 | 22.00 | 25° | .15 | 00.20 | — | — |
| 18.50 | 46° | .32 | | 38° | .23 | | 37° | .48 | 00.30 | — | — |
| | 41° | .27 | 20.30 | — | — | | 40° | .26 | 00.40 | — | — |
| | 42° | .28 | 20.40 | 25° | .15 | | −25° | −.15 | 00.50 | — | — |
| | 40° | .26 | | −15° | −.09 | | −29° | −.18 | 01.00 | — | — |
| | 42° | .28 | | −15° | −.09 | 22.10 | −30° | −.19 | 01.10 | 42° | .28 |
| | 34° | .21 | 20.50 | — | — | | −37° | −.24 | 01.20 | — | — |
| 19.00 | 50° | .37 | 21.00 | −45° | −.31 | 22.20 | −29° | −.18 | 01.30 | 45° | .31 |
| 19.10 | — | — | | 45° | .31 | | −26° | −.16 | 01.40 | | — |
| 19.20 | 38° | .25 | | 40° | .26 | 22.30 | −45° | −.31 | 01.50 | — | — |
| 19.30 | 40° | .26 | | 42° | .28 | | −34° | −.21 | 02.00 | — | — |
| | 50° | .37 | | 35° | .22 | | −48° | −.34 | 02.10 | −25° | −.15 |
| | 43° | .29 | | −30° | −.19 | 22.40 | −40° | −.26 | | −25° | −.15 |
| | 53° | .41 | 21.10 | −20° | −.12 | | −30° | −.19 | | | |
| | 51° | .38 | | −20° | −.12 | | −40° | −.26 | | | |
| 19.40 | −37° | −.24 | | 43° | .29 | 22.50 | −37° | −.24 | | | |

Note: Negative numerals show the values based on the figure of fish leaving the set net.

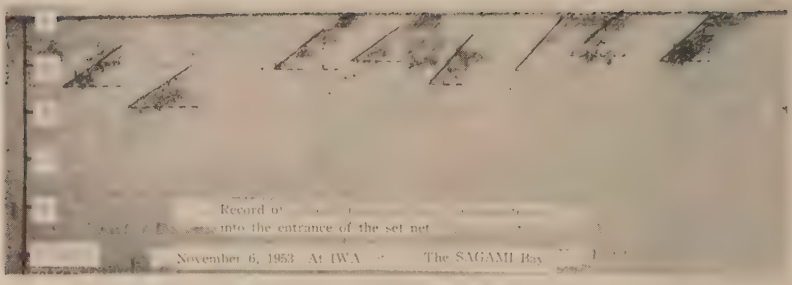



**Fig. 4.** Fish schools recorded on the linear system finder when entering in the net.

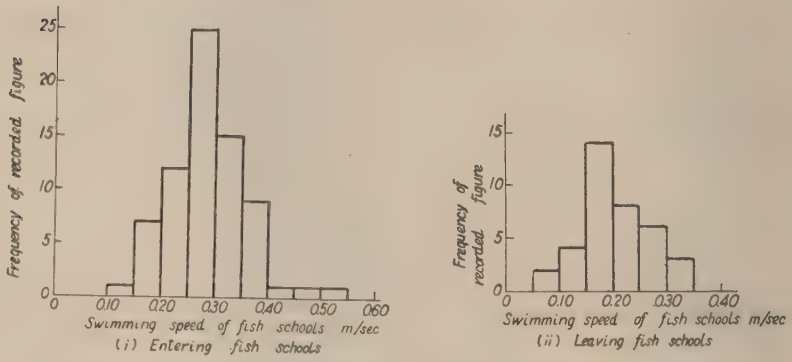



**Fig. 5.** Frequency distribution of swimming speed of fish schools.

を得た。以上の結果は前述の如く魚群が網口を前方より後方へ又後方より前方へ水平に游泳したものと仮定して得た結果である。尚今後魚群の行動及び魚群がこれらの仮定を満足したかつた場合の測定方法についても研究する心算である。

本稿を終るに当り有益なる御助言と御校閲を賜わつた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士，東海区水産研究所漁業一太郎所長，高山重嶺技官及び栗田喜技官に深謝の意を表わす。またこの実験と資料収集に協力された本研究所漁具漁法部員に対して感謝の意を表わす。

尚本研究費の一部は農林省応用研究費に依つた。

# 北洋鮭鱒流刺網の色彩に関する基礎的一実験

小池 篤・神田献二・小倉通男
(東京水産大学)

# A Preparative Study with Trout for the Salmon Gill-Net

Atushi Koike, Kenji Kanda and Mitio Ogura

The behaviours of a rainbow trout school in the neighbourhood of experimental net was observed, leading to a conclusion summarized as follows:

1) The colours of net examined were blue-green (mizu-iro), cutch-brown (katti-iro), and gray (usuzumi-iro). Offensive effect of these colours upon the fish passage increased in the daytime in the order: blue-green < gray < cutch-brown (Tables 1, 2).

2) Another order prevailed in the twilight hour: gray < blue green < cutch-brown. This suggests that also the weather makes an influential factor (Table 3).

3) As to the colour of net there holds in the twilight some parallelism between the visibility of a net to human eye and the tendency of fish entanglement in that net (Table 3).

From these results it may be presumed that as a salmon net operated usually all night cutch-brown net will not efficiently catch the fish.

§**緒論**; 北洋における鮭鱒流刺網漁業の漁期中には鮭鱒は夜間又は朝夕，マヅメにほぼ表層を游泳すると云われている。此の漁業の操業は朝，タマヅメ及び夜間を通じて行われているので，網地の色彩の撰択の適否はその漁獲性能に影響すると考えられる。従来漁場で使われている網地は大別してカッチ系統色，水色(青緑) 系統色，薄墨 (緑がかつた灰色) 系統色の3種である。従つて漁場においてこれら3種の色彩の中どの色彩が刺網として最適であるかを見出すことは重要な課題である。そこで，鮭鱒魚群の着色網に対する行動の基礎的資料を得るため養魚池において，漁場で使用する着色網と同じ色彩の網を用い，ニジマス *Salmo gairdnerii irideus* (Gibbons) について朝，タマヅメ，昼間，夜間を通じて実験を行つたのでその結果について報告する。

§**実験方法**; 実験場所は東京水産大学大泉実習場で養魚池2面を用い，昭和 30 年 12 月中旬～下旬に行つた。実験池は何れも長さ 26m，幅 5m，深さ 0.7～1.5m，水温は常に 10.5°～10.6°C，実験魚はニジマス (全体の2割位はカワマス *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) である)，体長 8.4～12.0 cm のもの約 3,000 尾 (A池)，及び 18.0～22.0 cm のもの約 3,000 尾 (B池) である。供試網糸はアミラン 210 デニール 15 本，目合 1.8 寸，縮結4割で仕立上り長さ 1.5m，深さ 1m になるようにし，色彩は薄墨色，水色，カッチ色を用いた。供試網糸の反射率曲線を Fig. 1 に示す。A, B 何れの実験池においても網は池の長辺に直角に排水口より 8m のところに垂直に定置し，網は同色の網を2枚連結した場合と，異つた色の網を2枚連結した場合とについて行つたので，何れの場合も網の長さは 3m となり，池の両側壁と網の両端には夫々 1m の間隔があることになる。1つの網について1回の実験時間は網を定置してから 15 分間行い，側壁の影の影響を除くために実験毎に網の向きを左右交互に変えた。

1958 年 1 月 23 日受理

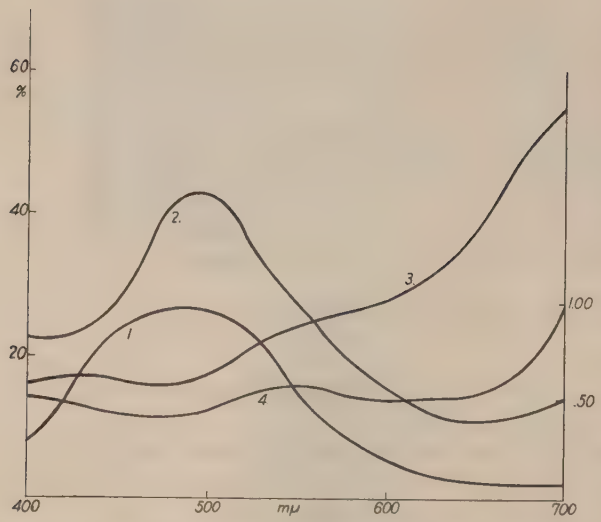



**Fig. 1.** Relative intensity of reflected light from differently coloured net (left hand ordinate) and spectrum distribution in the experimental pool (right hand ordinate). (1), spectrum distribution; (2), blue green; (3), cutch-brown; (4), gray.

**Table 1.** Total number of the fish passing through each coloured net (upper figure) and fish passabilities of various nets estimated by using the value for the most easily passable net (blue-green) as standard (shown in parenthesis). Every 30 runs for every two colours combined.

| | blue green | cutch-brown | gray |
|---|---|---|---|
| blue green | | 713<br>(0.11) | 1.841<br>(0.28) |
| cutch-brown | 6.683<br>(1.00) | | 3.203<br>(0.24) |
| gray | 4.967<br>(1.00) | 1.498<br>(0.13) | |

**Table 2.** Mean time interval from the start of test untill the leader fish passage through the mesh. Every 30 runs for each conbination of different colours and every 10 runs for that of the same colour.

| The colour of net connected side by side | | Average interval | |
|---|---|---|---|
| blue green | gray | 2m. 4.5sec. | 3m. 23.4sec. |
| blue green | cutch-brown | 1m. 23.7sec. | 5m. 39.8see. |
| gray | cutch-brown | 3m. 35.0sec. | 4m. 24.6sec. |
| blue green | blue green | 27.0sec. | |
| cutch-brown | cutch-brown | 51.0sec. | |
| gray | gray | 1m. 14.5sec. | |

先ずA池においては昼間(照度3,000 Lux以上)は次の事項について観測を行つた。①. 異つた色の網2枚を連結した場合，魚群の注水口より排水口に向つて網目を通過した個体数。②. 同色の網2枚を連結した場合及び異つた色の網2枚を連結した場合に魚群の先頭魚が実験開始してから網目を通過する迄に要する時間。③. 魚群は網目を通過しない場合でも網の前面迄接近して反転することが多い。そこで同色の網2枚を連結した網から魚群が反転した距離及びその度数。次にB池においては，④. 朝，タマヅメ及び夜間の照度変化に対する魚群の行動を判定するため異つた色の網2枚を連結した刺網による漁獲試験。ところでA池とB池とでは魚体の大きさが異るが，第IV報[1]で述べた如く，この程度の体長範囲では色彩網に対する魚群の行動には著しい相違は無いように思われる。

§ **実験結果**; ①. Table 1 に各網の網目総通過尾数及び水色網の網目総通過尾数に対するカッチ色及び薄墨色網の比を示す。この結果では阻止効果の大きい順にカッチ色，薄墨色，水色の順になる。②. 2枚の異つた着色網を連結した場合及び同色の網2枚を連結した場合について色彩別に魚群の先頭魚が実験開始してより網目を通過する迄の時間の平均を Table 2 に示す。これらを通観するとあまり整一の結果ではないが，薄墨同一色の場合を除きさきの網目通過尾数と同じ傾向を示す。③. 同色2枚連結網を定置した場合魚群が網地に近接し反転する場合の距離は②と同様に網地の阻止効果を示す1つの指標となる事が予想される。先頭魚群が網地に近接し反転した位置を網地よりの距離で表わし，色別に夫々の距離別の頻度と色別の全接近回数との百分率を Fig. 2. に示す。

これによるとほぼ水色網に対して最

も魚群が近接し易く，ついで薄墨，カッチ色網の順になる。④. 昼間において各着色網に対する魚群の行動には明瞭な相違がみられたが，照度の低い朝，タマヅメには魚群の行動も観察しにくいので刺網による魚群の罹網状況より色彩効果の判定を行つた。今1,000 Lux 以下の明るさについて罹網状況を調べてみると，Table 3 に示す如くほぼ薄墨色,水色,カッチ色の順に罹網が多い。又実験池の上方からの肉眼による網の視認状況を第 IV 報[1]の如く3つの段階に分けてみると，Table 3 に示す如く水色網と薄墨色網については両方の網が視認可能の間は薄墨色が罹網多く，薄墨色が見えず水色のみ見える場合も薄墨色網が良好で両者が見えなくなると罹網の差は少なくなる。カッチ色網と薄墨色網についても網地の視認状況と罹網の傾向が似ているが，水色網とカッチ色網については視認状況と罹網の傾向は明らかでない。科研製高感度照度計により之等の網の視認不能の水中の明るさを測定してみると水色網では見掛上* $10^{-2}$～$10^{-3}$ Lux，カッチ色網については $3\times10^{-2}$～$4\times10^{-3}$ Lux，薄墨色網については $10^{-1}$～$4\times10^{-1}$ Lux 内外であつた。このように之等の着色網の視認可能の限界が幅をもつのは肉眼の視認の不正確さによるものとも思われるが，見えにくい順序に薄墨色網，カッチ色網，水色網となる。

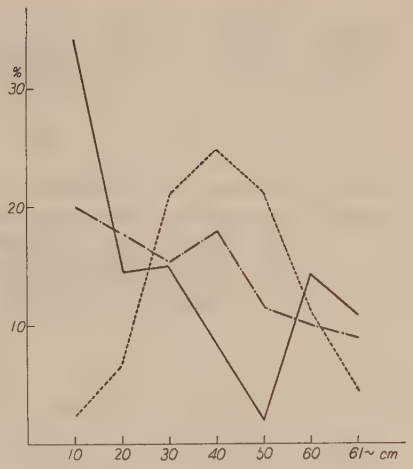



**Fig. 2.** Frequency of the distance from the leader group of fish to each coloured net, ——— blue-green (the number of schools approaching the net are 208); — · — · gray (348); ····· cutch-brown (304). The values have been calculated from 10 runs in total.

**Table 3.** Data for the visibilities of respective nets having different colours shown together with the data for the number of fish entangled in these nets. The repeat number of experiment in the case of blue-green and gray, 27 runs; cutch-brown and gray, 42 runs; cutch-brown and blue-green, 28 runs.

| Illumination (1,000～0 Lux) | Number of fish entangled in the net | | Illumination (1,000～0 Lux) | Number of fish entangled in the net | | Illumination (1,000～0 Lux) | number of fish entangled in the net | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | blue green | gray | | cutch-brown | blue green | | cutch-brown | gray |
| blue green and gray are visible | 45 | 66 | cutch-brown and blue green are visible | 8 | 42 | cutch-brown and gray are visible | 40 | 114 |
| blue green, visble; gray invisible | 51 | 77 | blue green, visible; cutch-brown invisible | 103 | 116 | cutch-brown visible; gray invisible | 55 | 72 |
| blue green and gray are both invisible | 51 | 56 | cutch-brown and blue green are both invisible | 43 | 44 | cutch-brown and gray are both invisible | 153 | 165 |
| total | 147 | 199 | total | 154 | 202 | total | 248 | 351 |

昼間の実験結果では使用した着色網の範囲では水色網，薄墨色網，カッチ色網の順に阻止効果が小さい。各着色網の阻止効果の判定の目安をつけるため，水中における各着色網の可視距離を Fig. 3 の如くして測定すると**，昼間では水色網 7.2m，カッチ色網 6.4m，薄墨色網 5.1m となり，Fig. 2 で示した魚群の着色網に対する近接距離の小さなものが可視距離が小さい関係は認められない。又 Fig. 1 に示した実験池

* 照度計の Lux 値は標準光源で更正してあり，マヅメ時のスペクトル分布は測定不能であつたのでここでは見掛上とした。

** 第 IV 報における可視距離と同様にして測定した。

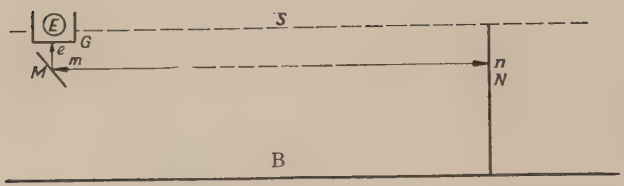



**Fig. 3.** The apparatus shown schematically for measuring the visibility range of differently coloured nets. *N*, coloured net; *M*, mirror; *G*, glass; *E*, observer's eye; *B*, bottom of the pool; *S*, warer-surface; *n-m-e* visible distance.

で測定した昼間の水中のスペクトル分布曲線と夫々の着色網糸の反射率曲線との関係をみると，水色網が水中のスペクトル分布に近い型をしている。

## 文　　献

1) 神田献二・小池　篤：本誌，**23**, 11 (1958).

# 北洋鮭鱒流刺網の色彩が罹網尾数に及ぼす影響

小 池 篤
(東京水産大学)

# Comparative Efficiency of Differently Coloured Gill-Net in the North Sea Salmon Fishing

Atushi Koike

Salmon gill-nets intentionally coloured blue-green (mizu-iro), cutch-brown (katti-iro), and gray (usuzumi-iro), respectively, were examined in an actual operation on the fishing ground in the northern waters. Counting the fish coming entangled in each coloured net, it was found that the fish-entangling abilities of these nets arrange in the following order: gray = blue-green > cutch-brown (Figs. 2 and 3; Tables 1 and 2).

Since the present results deal with some different kinds of salmon and trout all together, a further examination will be necessary with each fish species separately, and also with various degrees of lightness in water.

## §. 調査方法

前報[1]において養魚池に蓄養されているニジマスについて水色，カッチ色，薄墨色の3種の着色網を用いたところ，カッチ色の着色網の罹網がマヅメ及び昼間に最も不良と考えられたので前記3種の着色網の使用された北太平洋鮭鱒流刺網について比較検討してみた。

調査は 1956 年出漁した大洋漁業株式会社調査船，α丸（調査期間5月30日～6月 14 日）及びβ丸（調査期間6月14日～8月8日）によつて行われた。尚両船の操業海面はアリューシャン列島南西側海域であつて，操業に使用した漁網の色彩は前報[1]で使用したものと全く同じ水色，カッチ色，薄墨色の3種で，着色網の配置は Fig. 1 の如く α 丸の使用漁具では中央部分はカッチ色 90 反～150 反で（アミラン 210 デニール，3/15，4.1 寸目）この網の一端に，薄墨色及びカッチ色（何れもアミラン 210 デニール，4/18，4.1 寸目）夫々 10 反宛を連結し，之を1単位として交互に薄墨色とカッチ色の着色網1単位～2単位を連結した

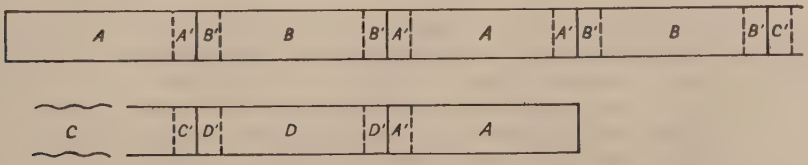



**Fig. 1.** Construction of the gill nets used in the present research. *A* section is centre part of cutch-brown net, *A'* and *C'* are edge parts of cutch-brown; *B* is centre part of blue-green net; *C* is cutch-brown net for the contrast; *D* and *D'* gray nets.

1958 年 1 月 23 日受理

ものを接続し，他端にはカッチ色及び水色を（何れもアミラン 210 デニール，3/15，4.1 寸目）夫々 10 反宛を連結し，これを 1 単位として交互にカッチ色と水色の着色網 2 単位～3 単位を連結したものを接続してある。β丸では，主要部分はカッチ色 75 反～90 反で，（アミラン 210 デニール，4/18，4.1 寸目）この網の一端に，薄墨色及びカッチ色（何れもアミラン 210 デニール，4/18，4.1 寸目）夫々 10 反宛を連結し，これを 1 単位として交互に薄墨色とカッチ色 5 単位～14 単位を連結したものを接続してある。α 丸の場合は両側，β丸の場合は片側に接続された 10 反宛を単位として交互に異つた着色網が連結された部分の網を試験網と呼び，之等が接続されているカッチ色の刺網の主要部分の網を対照網と呼ぶことにする。

このような漁具で操業した結果から船別，日別に試験網に依る罹網尾数を各単位毎に投網順に記録し，又対照網に依る罹網尾数も試験網と同反数毎に投網順に記録して両者を比較してみた。1 例として Fig. 2 にα丸の 5 月 4 日及び 5 月 18 日の場合を示す。但し試験網は最初 10 反宛を単位として連結したが，漁期の移行につれて破網その他の事故により次第にその反数が減少し常に一定ではなかつた。従つて日別に各単位の平均反数を求め，対照網の単位もこの平均反数を用いた。対照網の各単位当りの罹網状況が魚群の分布状態を示すものと考えて，Fig. 2 をみると試験網の罹網分布と対照網のそれとは異つた状態を示している。α丸で薄墨色網とカッチ色網については単位数が少なく，このような取扱いの出来た例はα丸の水色網とカッチ色網で 9 回中差異のある場合 3 回，又β丸では 12 回中薄墨色網とカッチ色網で 3 回にすぎなかつたが，これらの場合には網の色彩による罹網差を認めて良いと思われる。又色彩による相違が明瞭に認められない場合は，魚群の罹網する時刻の照度が極めて低かつたために網の色彩による差異が認められなかつたのではないかと推定されるが，この点については今後の研究に待ちたい。鮭鱒刺網の色彩による漁獲の良否を調べる場合は操業結果の全般に亘つて取扱う方が実際的であると思われるので以下に調査結果を述べる。

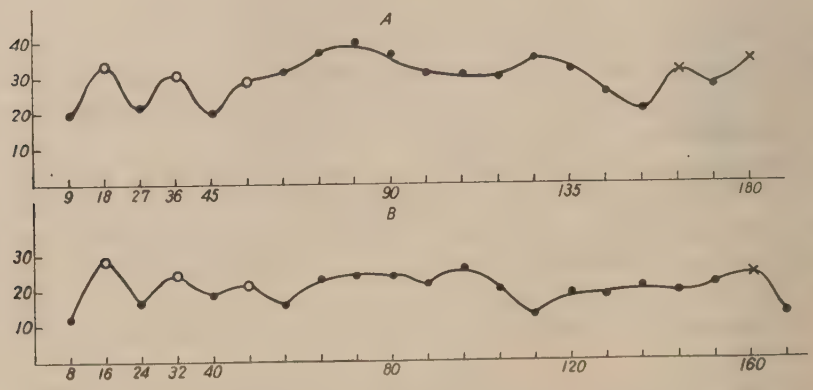



**Fig. 2.** An example showing the distribution of fish entanglement for the nets differing in colour. ○, blue-green net; ●, cutch-brown net; ×, gray net. *A*, coordinate shows the number of fish entangled in for every 9 *tan* of net, abscissa left to right the order of operation of gill-net fishing (May 4, α maru). *B*, the same as above, but the number of fish entangled is for every 8 *tan* of net (May 18, α maru).

## §. 調査結果

試験網は夫々の着色網を原則として 10 反を単位として組合せて用いられているので，夫々の単位内で異つた着色網が連接する附近では色彩の対比的現象が予想される。そこで夫々の単位内で色彩の異る網を連接する各 1 反半つと，他の部分とに分けて日別の反当り罹網尾数を計算し，α丸のカッチ色網と水色網の場合

を Table 1 に又全ての調査例の平均を Table 2 に示す。α 丸の薄墨色網とカッチ色網で操業回数 19 回，薄墨色網の総投網反数 221 反，漁獲尾数 890 尾，カッチ色網は 312 反，534 尾。水色網とカッチ色網で操業回数 11 回，水色網 247 反，695 尾，カッチ色網 268 反，623 尾。β 丸で薄墨色網とカッチ色網で操業回数 20 回，薄墨色網 967 反，2,010 尾，カッチ色網 930 反，1,545 尾であつた。Table 2 より色彩による対比的な現象も多少含まれる場合も予想されるが，1 単位中に含まれる端の網は中央の網に比べその反数が少ないので各色彩別に端の部分と中央の部分を加えて日別の色彩別反当り罹網尾数を求め，日別，船別，

**Table 1.** An example list showing the number of fish actually entangled in the differently coloured nets, the effect of colour contrast being taken in account.

| | cutch-brown net | | | | | | | | | blue green net | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | edge part | | | centre part | | | total | | | edge part | | | centre part | | | total | | |
| | no. of fish | no. of *tan* | mean value | no. of fish | no. of *tan* | mean value | no. of fish | no. of *tan* | mean value | no. of fish | no. of *tan* | mean value | no. of fish | no. of *tan* | mean value | no. of fish | no. of *tan* | mean value |
| May 1 | 10 | 4 | 2.50 | 42 | 16 | 2.63 | 52 | 20 | 2.60 | 13 | 4 | 3.25 | 30 | 12 | 2.50 | 43 | 16 | 2.69 |
| 4 | 14 | 6 | 2.33 | 67 | 27 | 2.48 | 81 | 33 | 2.45 | 19 | 6 | 3.16 | 63 | 18 | 3.50 | 82 | 24 | 3.42 |
| 8 | 19 | 6 | 3.16 | 96 | 25 | 3.84 | 115 | 31 | 3.72 | 23 | 6 | 3.84 | 106 | 23 | 4.60 | 129 | 29 | 4.45 |
| 9 | 18 | 6 | 3.00 | 68 | 19 | 3.58 | 86 | 25 | 3.45 | 22 | 6 | 3.66 | 60 | 19 | 3.16 | 82 | 25 | 3.28 |
| 12 | 11 | 6 | 1.83 | 48 | 19 | 2.53 | 59 | 25 | 2.36 | 18 | 6 | 3.00 | 34 | 16 | 2.12 | 52 | 22 | 2.37 |
| 15 | 16 | 6 | 2.67 | 61 | 23 | 2.66 | 77 | 29 | 2.65 | 21 | 6 | 3.50 | 68 | 21 | 3.24 | 89 | 27 | 3.30 |
| 16 | 12 | 6 | 2.00 | 35 | 16 | 2.19 | 47 | 22 | 2.13 | 19 | 6 | 3.16 | 32 | 15 | 2.13 | 51 | 21 | 2.43 |
| 18 | 12 | 6 | 2.00 | 41 | 19 | 2.16 | 53 | 25 | 2.12 | 23 | 6 | 3.84 | 56 | 20 | 2.80 | 79 | 26 | 3.04 |
| 19 | 2 | 4 | 0.50 | 12 | 11 | 1.09 | 14 | 15 | 0.93 | 3 | 6 | 0.50 | 37 | 18 | 2.06 | 40 | 24 | 1.66 |
| 21 | 4 | 4 | 1.00 | 16 | 11 | 1.46 | 20 | 15 | 1.33 | 6 | 4 | 1.50 | 20 | 12 | 1.66 | 26 | 16 | 1.62 |
| 24 | 7 | 6 | 1.16 | 12 | 22 | 0.55 | 19 | 28 | 0.68 | 5 | 4 | 1.25 | 17 | 13 | 1.31 | 22 | 17 | 1.30 |
| for 11 days in total | 125 | 60 | 22.15 | 498 | 208 | 25.17 | 623 | 268 | 24.42 | 172 | 60 | 30.66 | 523 | 187 | 29.08 | 695 | 247 | 29.56 |
| average for each hauling | 2.02 | | | 2.29 | | | 2.21 | | | 2.79 | | | 2.65 | | | 2.69 | | |

**Table 2.** Average haul per unit extension (1 *tan*) for differently coloured nets.

| notation of the ship employed | colour of net | number of catch averaged for each hauling | | | total number of fish entangled; total *tan* of net in parenthesis | the significance level evaluated by chi-square test |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | edge part | centre part | total | | |
| α maru | cutch-brown | 2.02 | 2.29 | 2.21 | 623 (268) | $P<0.01$ |
| | blue green | 2.79 | 2.65 | 2.69 | 695 (247) | |
| α maru | cutch-brown | 2.08 | 2.30 | 2.22 | 534 (312) | $P<0.01$ |
| | gray | 2.72 | 2.76 | 2.77 | 890 (221) | |
| β maru | cutch-brown | 1.60 | 1.54 | 1.57 | 1,545 (930) | $P<0.01$ |
| | gray | 1.85 | 1.92 | 1.89 | 2,010 (967) | |

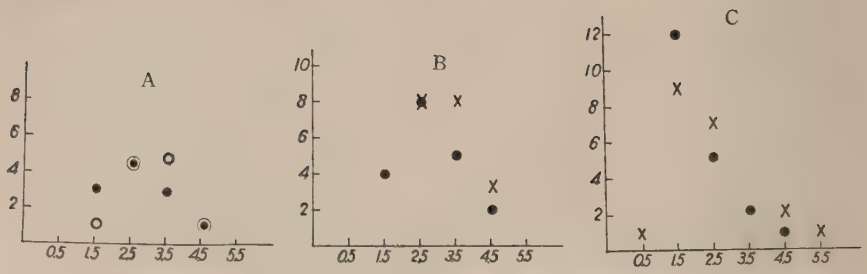



**Fig. 3.** Distribution of the frequency of fish entanglement per nuit *tan*. The values are given separately for each coloured net, each fishing boat, and each date of operation. Coordinate shows the frequency, abscissa shows the mean value or number of fish entangled per 1 *tan* of net in every day. A, B, $\alpha$ maru; C, $\beta$ maru. ○, blue-green; ●, cutch-brown; ×, gray.

色彩別の平均罹網尾数を Table 2 に，又その頻度を Fig. 3 に示す。Table 2 から $\alpha$ 丸及び $\beta$ 丸で何れもカッチ色網が罹網不良であり，又 Fig. 3 の頻度についてみると，$\alpha$ 丸でカッチ色網が罹網不良の傾向がみられるが，$\beta$ 丸ではあまり明らかでない。船別，色彩別，試験網の補正漁獲尾数（この場合各着色網で投網反数が違うので夫々の試験網について少ない色彩の反数に多い方の着色網の反数を揃えて漁獲尾数を補正した）についてカイ自乗検定により色彩の相違による罹網尾数の差異の有無について調べると Table 2 の如く，いずれの場合も差異が認められるが，種々検討を要する点も多いので明らかでない。

終りに資料を貸与された大洋漁業株式会社北洋部に深謝する。

## 文　　献

1) 小池　篤・神田献二・小倉通男：本誌，**24**，1 (1958).

# 底魚の垂直分布—I.

神田献二
(東京水産大学)

# Vertical Distribution of Bottom Fish—I.

Kenji KANDA

To infer the vertical distribution of various fishes, the author pickes up such data that allows to deal with both otter and pair trawlers, various fishes, and fishing operations made concurrently under equivalent conditions in similar parts or sections of a fishing ground. Such data has appeared in the year 1953 regarding the monthly catch by otter trawl in the East China Sea and the Yellow Sea. They seem to be sufficiently available by reason of their greatness for various fish species. From these data were calculated out the ratio of fishing, the mean catch per drag, $C_{OT}$ and $C_{PT}$ for otter trawl and pair trawl, respectively, the value of $C_{OT}/C_{PT}$, and the converted value of $C_{OT}/C_{PT}$ for equivalent sweep area (Table 1 and Fig. 1).

Through such numerations the author has arrived at the conclusion that the snapper, *Taius tumifrons* (T. & S.), the crimson seabream, *Evynnis japonica* TANAKA, the long tailed snapper, *Nemipterus virgatus* (HOUTTUYN), the lizard fish, *Saurida tumbil* (BLOCH), swim at shallow depths while the ribbon fish, *Trichiurus lepturus* LINNÉ, the large croaker, *Argyrosomus japonica* (T. & S.), swim at greater depths very near the sea bottom and the croaker, *Miichthys imbricatus* (MATSUBARA), the yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* (J. & T.), the black croaker, *Argyrosomus nibe* (J. & T.), the flat head, *Ptatycephalus indicus* (LINNÉ), are distributed at the height of about 1 meter from the sea-bottom.

底魚の垂直分布を知ることは，底曳網漁業の合理化を計るに当つて見落し得ないことである。底から浮上する底魚は魚群探知機で見付けることができるので，やがてそれが底に落付くのを待つて操業を行うといつた工夫は近頃一部に試みられているところである。然しながら底に落付くのを待たずに漁獲が出来れば底曳網漁業は一段と有利になると期待される。

130°E 以西の東海，黄海を漁場とする所謂以西底曳網漁業においては，同じ漁場においてトロール漁業と2隻曳機船底曳網漁業（以下底曳と呼ぶ）という漁具漁法の異つた2種の底曳網漁業が行われている。前者では網口の沈子綱をオツター・ボードによつて海底に押し込むようにして網を曳くので，沈子綱を潜つて逃れようとする魚類を漏らすことは少いが，網口の浮子綱が低いので，底から浮上する魚類を捕えるには不利である。後者はこれと正に反対であつて，沈子綱は軽く海底を掃くので潜る魚類には不向きであるが，浮子綱が高く，殊に網を引上げる前に両船を近寄せる際には網がかなり上下に開口するので浮上魚を逸することが少い。ここでは同じ時期に同じ漁場で行われたトロールと底曳の単位漁獲量を比較することによつて，対象魚類の潜入性，浮上性を検討する。

昭和 28 年度以西トロール・機船底曳網漁業漁獲統計要報の資料に基き，魚種毎にトロールの月漁獲量が最も大きい月について，トロールと底曳の両者共に操業された漁区に就て次のような2通りの比較をする。

（1） トロール又は底曳のいづれかに漁のあつた漁区の総数に対するそれぞれトロールに漁があつた漁区数の比率，及び底曳に漁のあつた漁区数の比率（何れもそれぞれの漁の比率ということにする）。

（2） トロール及び底曳のいづれにも漁があつた漁区については，漁区毎に1網平均漁獲量を求めそれ等の平均値（各漁区の重みを考慮して幾何平均値を採つた）からトロール対底曳の比を計算する。

1958 年 2 月 19 日受理

**Table 1.** The results of calculation for various fish species.

| Fish species | Month | Ratio of Fishing | | Mean catch per drag (*Kgn*) | | $C_{OT}/C_{PT}$ | $C_{OT}/C_{PT}/1.57$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | OT | PT | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | |
| マダイ *Chrysophrys major* (T. & S.) | Jan. | 0.83 | 1.00 | 14.5 | 4.67 | 3.10 | 1.97 |
| レンコダイ *Taius tumifrons* (T. & S.) | May | 0.35 | 0.97 | 0.63 | 2.97 | 0.21 | 0.13 |
| アマダイ *Branchiostegus* sp. | Dec. | 0.70 | 0.85 | 1.07 | 1.13 | 0.95 | 0.61 |
| チダイ *Evynnis japonica* TANAKA | May | 0.56 | 0.94 | 0.99 | 3.78 | 0.26 | 0.17 |
| イトヨリ *Nemipterus virgatus* (HOUTTUYN) | May | 0.59 | 1.00 | 0.73 | 3.29 | 0.22 | 0.14 |
| ホウボウ *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT) | Feb. | 0.69 | 0.94 | 0.92 | 0.89 | 1.03 | 0.66 |
| ホンニベ *Miichthys imbricatus* (MATSUBARA) | Dec. | 0.93 | 0.89 | 6.44 | 3.46 | 1.86 | 1.18 |
| ソコニベ *Argyrosomus japonica* (T. & S.) | May | 0.56 | 0.80 | 1.71 | 0.25 | 6.84 | 4.36 |
| マエソ *Saurida tumbil* (BLOCH) | Jul. | 0.82 | 0.96 | 5.20 | 19.0 | 0.27 | 0.17 |
| シログチ *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN) | Jan. | 1.00 | 1.00 | 15.5 | 22.8 | 0.68 | 0.43 |
| キグチ *Pseudosciaena manchurica* (J. & T.) | Oct. | 1.00 | 1.00 | 60.1 | 32.7 | 1.84 | 1.17 |
| クログチ *Argyrosomus nibe* (J. & T.) | May | 0.61 | 1.00 | 9.28 | 5.64 | 1.65 | 1.05 |
| タチウオ *Trichiurus lepturus* LINNÉ | Jan. | 1.00 | 1.00 | 99.6 | 6.29 | 15.8 | 10.1 |
| ハモ *Muraenesox cinereus* (FORSKAL) | Apr. | 0.79 | 0.97 | 5.80 | 4.04 | 1.44 | 0.92 |
| ヒラメ *Paratichthys olivaceus* (T. & S.) | Mar. | 0.68 | 0.95 | 2.52 | 2.72 | 0.93 | 0.59 |
| カレイ *Pleuronectidae* | Mar. | 0.79 | 1.00 | 7.66 | 9.63 | 0.80 | 0.51 |
| サメ *Lamnida* | May | 0.69 | 1.00 | 7.80 | 7.37 | 1.06 | 0.68 |
| カナガシラ *Lepidotrigla microptera* GÜNTHER | Feb. | 0.71 | 1.00 | 2.94 | 3.27 | 0.90 | 0.57 |
| コチ *Ptatycephalus indicus* (LINNÉ) | Dec. | 0.83 | 0.74 | 5.61 | 3.43 | 1.64 | 1.04 |
| イボダイ *Psenopsis anomala* (T. & S.) | Jun. | 0.50 | 0.94 | 2.35 | 4.69 | 0.50 | 0.32 |
| エイ *Rajida* | May | 0.79 | 1.00 | 11.1 | 16.1 | 0.69 | 0.44 |
| アカシタ *Cynoglossus robstus* GÜNTHER | Oct. | 0.88 | 1.00 | 5.20 | 5.25 | 0.99 | 0.63 |

'Ratio of fishing', for both otter trawl (OT) and pair trawl (PT), is defined as the ratio of the number of fishing ground sections, in which any fruitful fishing has been operated by OT and/or PT, to total number of sections in which OT and/or PT have/has been operated whether with success or without.

'Mean catch per drag', is evaluated also for OT and PT for each section of a fishing ground; and means of these values, the geometrical means, are further calculated ($C_{OT}$ for OT and $C_{PT}$ for PT, respectively) for all the sections or parts in which OT and PT have been operated drag both with success. $C_{OT}/C_{PT}/1.57$ gives a converted value of $C_{OT}/C_{PT}$ for a sweep area per single mutually equivalent between the two types of trawl.

計算の結果は Table 1 のようになつた。トロール又は底曳のいづれかに漁のあつた漁区であるから充分な回数の曳網をすれば，当然他方にも漁のあるはずである。漁の比率が底曳に比べるとトロールの方がかなり小さいのは，トロールの操業回数が底曳に比べて少いことにもよるであろう。しかし漁の比率が魚種によつてかなり異り，しかも1網平均漁獲量のトロール対底曳の比が大きい程，漁の比率に於てはトロールが底曳に近付くことは Fig. 1 によつて明らかである。

1網平均漁獲量のトロール対底曳の比が特に大きいものは潜り易い魚を示唆している。このような魚であればトロールでも逸することは少いので漁の比率はトロールと底曳に違いがない。ところが1網平均漁獲量のトロール対底曳の比が小さい場合は浮上性の魚を物語り，分布の中心が海底から離れるとトロールの浮子綱が乗り越されるために漁の比率でトロールが甚しく劣つてくる。Fig. 1 に示す事実はこのように解釈出来る。

なおチダイ及び底ニベについては，トロールに依る漁獲量の最も大きい月はそれぞれ3月，及び4月で，チダイの場合には，漁の比率はトロール 0.25，底曳 1.00，1網平均漁獲量のトロール対底曳の比は 32.0，底ニベの場合のそれぞれの値は 0.50，0.64，27.0 となつた。これらの場合漁の比率と1網平均漁獲量のトロール対底曳の比との関係は前述の一般的傾向を示さない。それは3月にはトロール及び底曳のいづれにもチダイ漁のあつたのは3漁区だけで，底曳では此処であまり多く曳網しなかつたことによる。また4月にはトロールと底曳のいづれにも底ニベの漁のあつたのは2漁区でチダイの3月の場合と同様な欠陥が予想できる。そこでこのようなおそれのない月を選んで，チダイ，底ニベとも5月の資料を使つた。

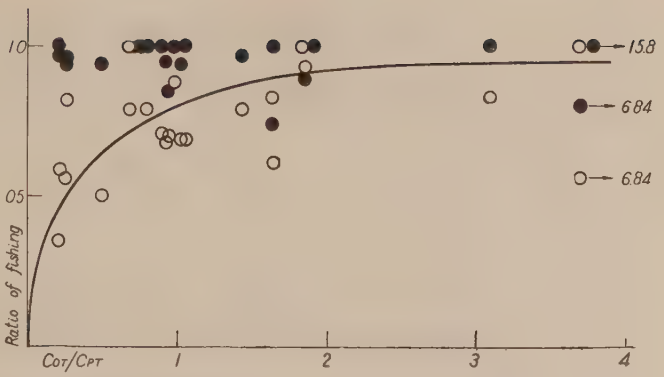



**Fig. 1.** Relation between ratio of fishing and mean catch per drag, where ○ stands for otter trawl and ● stands for pair trawl.

1回の曳網で掃立てる面積は，トロールの場合手木間隔 25 m，曳網速度 3.0 節[1] で4時間曳網すると，$25 \times 1{,}852 \times 3 \times 4 \fallingdotseq 5.56 \times 10^5\ m^2$，底曳の場合2時間曳網で手木間隔は最初の 1.7 時間は 50 m，次の 0.2 時間 40 m，次の 0.1 時間 25 m，曳網速度 2.0 節[2] とすると，$(50 \times 1.7 + 40\,0.2 + 2.5 \times 0.1) \times 1{,}852 \times 2 \fallingdotseq 3.54 \times 10^5\ m^2$ となり，トロールは底曳の 1.57 倍の面積を掃立てることになる。

従つて同じ面積を掃立てて得られる漁獲量のトロール対底曳の比は Table 1 の1網平均漁獲量のトロール対底曳の比の 1/1.57 に当る。Table 1 の最右欄はこの計算の結果であつて，これで見ると浮上性が強いのはレンコダイ，チダイ，イトヨリ，エソなどで，潜入性の強いのはタチ，ソコニベなどであり，ホンニベ，キグチ，クログチ，ハモ，コチなどは潜入性もなく海底から 1 m 前後を中心に分布するよう推定できる。

終りに臨み，御懇切なる御指導並びに論文の御校閲を賜つた田内森三郎博士に謹んで感謝の意を表する。

## 文　　献

1) 水産庁漁船研究室：漁船研究技報，**5**，73～139 (1954).
2) ( —— )

# 硝子玉浮子の流水抵抗について—II.

## (保護網の各種要因変化による浮子の抵抗変化)

谷 口 武 夫
(農林省 水産講習所)

## Hydrodynamic Studies on the Resistance of Spherical Glass Floats for Fishing Net—II.

(Resistance variation of the floats covered with various shelter-nets)

Takeo Taniguchi

In order to make clear how the resistance of glass floats covered with shelter-nets made of the two-hold twines varies with the difference of the net (*e. i.* materials, diameters of netting cord, size of mesh, and direction of the float), a series of measurements was pursued. The results obtained are summerized as follows:

1) The rate of increase of resistance due to the sheltering with net is proportional to the diameter of the netting cord. (Fig. 1)

2) The drag coefficient varies considerably, within the range of small meshes, with the difference of meshes. But it is practically constant when the size of mesh exceeds 7.5 cm. (Fig. 2)

3) The difference of drag coefficient by kinds of materials of the shelter-net is insignificant practically. Namely, the drag coefficient of the floats covered with textiles having fluffy or rough surface, such as *CREMONA* and *MANILA* twines, is measured only 10% larger than that of *SARAN* and *COTTON* twines having smooth surface.

4) The drag coefficient of floats may be increased proportionally with angle which the direction of current makes with the axes passed through the two selvage-ends of the covering net. But the difference is about 10% at maximum, which is insignificant practically.

### 緒 言

前報[1]では手繰，トロール及び落網用保護網付硝子浮子の抗力係数を求め，*Reynolds* 数が $3 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ の範囲では，それらはほぼ一定で球又は裸硝子玉のそれよりそれぞれ 2，2.5 及び 2 倍前後大きくなることを述べた。

引続き本報では，保護網の糸の太さ，目合，材料及び流れに対する浮子の向き等保護網に関係する要素を変えた場合の浮子の抵抗変化について，水槽実験により検討した。

### 実 験

実験は昭和 30 年 12 月，東海区水研内の静止水槽で前報と全く同一の方法で行なわれた。この時の水槽の水温は 11.7°C，硝子玉の規格は 8 寸玉，保護網はすべて二重編のものを使用した。

### 実験結果とその検討

硝子玉浮子が水から受ける抵抗 ($R$) と曳行速度 ($U$) との間には，本実験の範囲 ($U$:0.4 ~ 2.0 m/sec)

1958 年 2 月 11 日受理

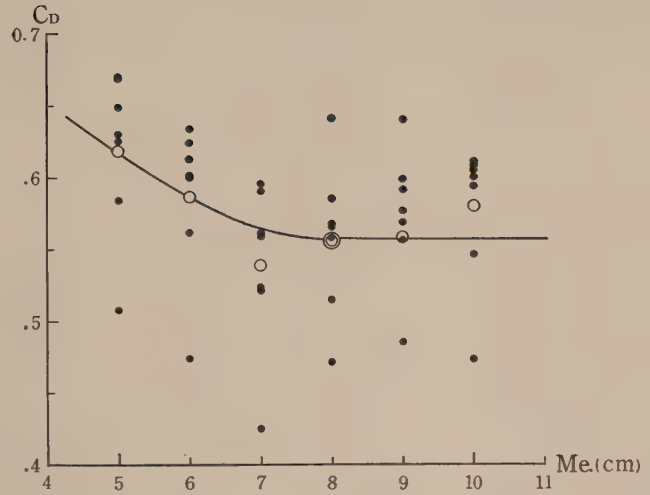



**Fig. 2.** The relationship between the drag coefficient of floats covered by shelter-net ($C_D$) and the meshes of the net ($M_e$). Here, Size of Float: 8 *SUN DAMA*; Material of Netting Cord: two-hold *MANILA* twine; Dia. of Twine: 2.0mm; Range of *Reynold's* Nos.: $5\times10^4 \sim 5\times10^5$

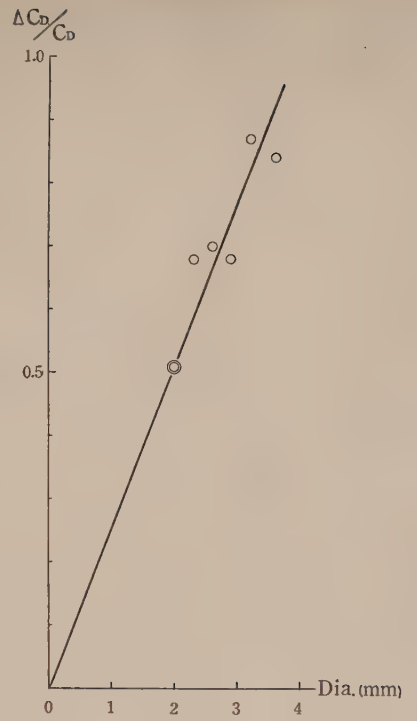



**Fig. 1.** The relationship between the rate of increase of resistance ($\Delta C_D/C_D$) of glass floats covered with shelter-net and the diameter of the netting cord (*Dia*). Here, Size of Floats: 8 *SUN DAMA*; Material of Netting Cord: two-hold *MANILA* twines; Size of Mesh: 7.5cm; Range of *Reynold's* Nos.: $5 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$

では，いづれの浮子でも $R$ は $U$ の自乗に比例した。

1) 小林等[2]は硝子玉の保護網（一重編）被覆による抵抗増加の割合は，その保護網の糸或いはロープの直径にほぼ比例することを確かめている。ここでは以西底曳網に実際使用されている二重編の保護網について上の関係を求めた。結果は Fig. 1 に示したように，この場合もこの関係はほぼ直線的になることを確めた。しかし，その抵抗の加率増 $\Delta C_D/C_D$ はさきの小林等の結果より2倍前後大きい。これは両者の保護網が一重網と二重編網地との相異にもとづくものと考えられる。

2) 前報[1]では硝子玉浮子の $C_D$ は保護網の目合 ($M_e$) のちがいによつてもかなりの変化を示すことを予想したので，この点をくわしく知るために行つた実験の結果を Fig. 2 に示す。図中の点は実験値で，丸印はこれらの平均値を表わす。この結果から網の目合は余り密に過ぎるとかなりの抵抗増加をみ，粗に過ぎても抵抗の減少上には何等効果はなく却つて保護網としての価値を削減する恐れがあるので，総合的には現行の 2.5 寸目前後が最適と考えられる。

3) 使用する保護網の糸の材質による浮子の抵抗の相異を実験した。結果はサラン，綿糸等糸表面の比較的滑らかなものに較べ，クレモナ，マニラトワインのように糸表面に毛羽立ちが多いか或いは粗雑なものでは約1割前後抗力係数の増加がみられた。

4) 一般に保護網は矩形状の網地を袋状に縫い合わせその両脇を締めつけて硝子玉を被覆する結果，各部位により網目の形態はやや異なる。従つて浮子がいづれの方向から流れを受けるかにより抵抗も幾分相異すると考えられるが，実測の結果は実用上問題にならない程度であつた。

終りに本実験中終始御協力を下さつた大洋漁業下関研究所野村次長，本文を稿するに当り御懇切な助言並びに指導を賜つた京都大学川上教授の両氏に深甚の謝意を表する。

## 引 用 文 献

1) 谷口武夫： 本誌，**23** (11)，696—699 (1958).
2) 小林喜一郎，高橋広彌，上野元一： 北大水産学部研究彙報，4 (4)，2 (1954).

# 暖冬期に於ける寒天の変敗防止に関する研究—IV.
## 次亜塩素酸ソーダによる寒天製造用ヨシ簀の殺菌について*

藤澤浩明・助川輝武
(兵庫県水産試験場)

# Studies on the Antisepsis of Agar During the Manufacturing Process in the Mild Winter—IV.
## Effect of Hypochlorite on Disinfection of Reed Mats

Hiroaki Fujisawa and Terutake Sukegawa

In the previous paper, the authors indicated that causative microörganisms in the spoilage of agar and its intermediate product "tokoroten" were substantially derived from the tainted reed mats during agar processing, and consequently it was necessary for manufactures to sterilize reed mats in order to prevent "tokoroten" and agar from spoilage in the mild winter.

In the present paper, the authors examined the effect of sodium hypochlorite on the disinfection of reed mats in various conditions, and obtained the following results.

(1) It is most effective practically to soak reed mats in 140～280 ppm (as available chlorine) sodium hypochlorite solution for 30～60 minutes (Ref., Tables 3, 4 and 5).

(2) Considerable amounts of available chlorine in sodium hypochlorite solution are consumed extremely at every time of the soaking, and consequently it is necessary to supply the shortage of disinfectant at every time of the soaking (Ref., Table 6).

## 緒　　言

関西地方に於て寒天の製造工程中にしばしば起る"ダンカン"を防止するためには，その原因菌である寒天分解細菌やその他の色素産生細菌の繁殖を阻止することが必要である。著者等は先に防腐剤或いは殺菌剤のこれらの細菌に対する繁殖抑制効力について報告し[1]，また"ダンカン"の直接的原因がこれらの細菌によつて汚染された寒天製造用ヨシ簀の使用にあることを確認し，その防止に当つては先ずヨシ簀の殺菌処理を行う必要があることを指摘した[2]。

ヨシ簀の殺菌効果について，植田[3]はトコロテン腐敗細菌群に対する効力から殺菌剤として次亜塩素酸ソーダ (NaOCl) がかなり有効であるが，実用上の効果は期待出来なかつたことを報告している。一方，著者等は実際に NaOCl 溶液にヨシ簀を浸漬処理した場合，"ダンカン"防止に著しい効果があるように思われた。

従つて本報告に於ては，今までに得られた結果[1]並びに従来の知見[3]に基いて，殺菌剤として適当と思われる NaOCl を用い，実用上のヨシ簀の殺菌効果並びに処理条件等について検討した。

報告に先だち，本稿の御校閲を賜つた東京水産大学岡田郁之助先生，現地試験について種々御配慮を賜つた兵庫県寒天協同組合理事長福井貞蔵氏，試薬を寄贈された広島化学産業株式会社並びに終始激励を賜つた神戸大学麓槙康助教授に謹んで感謝の意を表する。

1957 年 10 月 8 日受理
* 本報告の一部は 1956 年 10 月日本水産学会秋期大会に於て発表した。

## 実 験 の 部

### 1. NaOCl の汚染ヨシ簀に対する殺菌効果

NaOCl 溶液に汚染ヨシ簀を浸漬処理した場合，果して殺菌効果があるかどうかを確めるために，次のような基礎実験を行つた。

**供試殺菌剤：** NaOCl は市販消毒液の 10% 溶液，有効塩素量 140,000 ppm のものを原液として用いた。

**実験方法：** 汚染され紅褐色を呈したヨシ簀の藁繩片 1g づつを各濃度 (140～1,400 ppm) の NaOCl 溶液 100cc に 1 時間浸漬した後引き上げて滅菌箱内に約 12 時間放置し，次に滅菌水 100cc 中に投入して充分振盪攪拌し細菌を懸濁させ，前報[1]と同様その 1cc づつをトコロテン平板培地に分注し，表面を一様に潤して室温(6～18°C)に 8 日間放置し，細菌の繁殖状態を観察した。

**実験結果：** Table 1 に見られるように，NaOCl は有効塩素量 700～1,400 ppm で著しい抗菌効果が示され，280～350 ppm でもかなりの効果が認められた。

**Table 1.** Antibacterial effect of sodium hypochlorite on microörganisms of reed mat

| Concentration of NaOCl solution (ppm as available chlorine) | Growth (days) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1400 | − | − | − | − | − | − | − | ± |
| 700 | − | − | − | − | − | − | ± | + |
| 350 | − | − | − | − | ± | + | + | + |
| 280 | − | − | − | − | ± | + | + | + |
| 140 | − | − | − | ± | + | + | + | ++ |
| Control | − | ± | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ |

Incubation temperature, 6～18°C.

### 2. NaOCl 溶液の pH を 5.0 に低下させた場合の効果

NaOCl は強アルカリ性であるが，pH を 5.0 以下に低下させた場合には著しく殺菌力を増すことが坂井等[4]によつて，ミルクプラントに於ける市乳容器の殺菌について報告されている。従つて著者等も同様の見地から，280 ppm NaOCl 溶液について，塩酸で pH 5.0 (pH 試験紙 B. C. G. による) に修正した場合と修正しない pH 9.2 (pH 試験紙 T. B. による) の場合とのヨシ簀殺菌効力の比較を 1 と同様の方法によつて実験した。

**実験結果：** Table 2 に見られるように，ヨシ簀の殺菌に於ては，NaOCl 溶液の pH を 5.0 に低下させた場合にも何等特別な効果が認められなかつた。

**Table 2.** Antibacterial effect of sodium hypochlorite in different pH values

| Concentration and pH value of NaOCl solution | Growth (days) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 280 ppm, pH 9.2 | − | − | − | − | ± | + | + | + |
| 280 ppm, pH 5.0 | − | − | − | − | ± | + | + | + |
| Control | − | ± | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |

Incubation temperature, 10～21°C.

### 3. 浸漬時間

ヨシ簀を NaOCl 溶液に浸漬して殺菌する場合，その浸漬時間が問題となるので，280 ppm NaOCl 溶液にヨシ簀の藁繩片を 10 分～24 時間の間浸漬し，1 と同様の方法により有効な浸漬時間を求めた。

**Table 3.** Antibacterial effect of sodium hypochlorite at various immersion periods

| Immersion period | Growth (days) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Control | − | ± | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 10 min. | − | − | ± | + | + | ++ | ++ | ++ |
| 30 〃 | − | − | − | ± | + | + | ++ | ++ |
| 1 hr. | − | − | − | − | + | + | + | + |
| 3 〃 | − | − | − | − | ± | + | + | + |
| 5 〃 | − | − | − | − | ± | ± | + | + |
| 24 〃 | − | − | − | − | − | ± | ± | + |

Incubation temperature, 10～21°C.
Disinfectant solution contained 280 ppm of available chlorine.

**実験結果：** Table 3 に見られるように，浸漬時間の延長に伴い抗菌効果の増大することが認められた。しかし浸漬時間 1～5 時間の間では効果に差がなく，また 30 分でもかなりの効果が示された。

**4. NaOCl 溶液の使用濃度**

NaOCl の汚染ヨシ簀に対する殺菌効果については 1 の実験結果から，280 ppm 以上の場合かなり有効であることが認められたが，この場合は基礎実験であつて，培養温度，培養方法等の実験条件に於て実際とはかなり隔りがあるものと思われる。従つて実際の条件を考慮して次の方法により，NaOCl 溶液の有効な使用濃度を求めた。

**実験方法：** 肉眼的になるべく汚染度の等しい 4 枚のヨシ簀を選び，1 枚のヨシ簀を 3 等分し，両側の部分を処理区，中の部分を対照区（無処理区）とした。処理区は各濃度（25～280ppm）の NaOCl 溶液に 1 時間浸漬して引き上げ，その後約 12 時間室内に放置して水切りした。次に各区にトコロテン（長さ 30cm，幅 6cm，高さ 4cm）を 1 本づつ載せ，室温（−2～12°C）に 2 週間放置して 1 週間ごとにトコロテンの変敗状態を観察し，夜間冷蔵庫内（−10～−13°C）に搬入して凍結させ，日中は戸外に搬出して融解させ，4 日間凍結融解を繰返し，1 週間で人工的に寒天を作り，その外観を観察すると共にゼリー強度を測定して NaOCl 溶液の有効な使用濃度を検討した。

**Table 4.** Effect of sodium hypochlorite on the spoilage of "tokoroten" and the quality of agar in the disinfection of reed mats

| Concentration of NaOCl solution (ppm as available chlorine) | "Tokoroten" | | Agar | |
|---|---|---|---|---|
| | Stage of spoilage | | Grade of quality | Jelly strength (g/cm²) |
| | after 7 days | after 14 days | | |
| 280 | ± | + | − | 310 |
| 200 | ± | + | ± | 310 |
| 140 | + | ++ | + | 300 |
| 100 | + | ++ | + | 320 |
| 70 | + | +++ | ++ | 240 |
| 50 | ++ | +++ | ++ | 220 |
| 35 | ++ | +++ | +++ | 200 |
| 25 | ++ | +++ | +++ | 200 |
| Control | ++ | +++ | +++ | 200 |

Room temperature, −2～12°C.

**実験結果：** Table 4 に見られるように，100～280 ppm NaOCl 溶液処理区の各寒天は対照区の寒天に比較して，外観，ゼリー強度共に遙かに良好であり，明かにヨシ簀殺菌処理の効果が認められた。また 140 ppm 以上の濃度では赤褐色を呈したヨシ簀の藁繩が綺麗に漂白された。

**5. 実地に於ける殺菌条件**

1～4 の実験結果から，殺菌条件について大体の目安が得られたので，さらに実用上適当と思われる処理条件によつて次の実地試験を行い，その効果について再検討した。

**実験方法：** 4 の方法に準じ，汚染度の等しい 3 枚のヨシ簀を選び，1 枚のヨシ簀を 3 等分し，両側の部分を処理区，中の部分を対照区とした。処理区はそれぞれ原液の 1/500，1/1000，1/2000 稀釈溶液に 30 分間浸漬して引き上げ，その後 16 時間工場内に放置して水切りした。次に各区にトコロテン 1 本分づつを細天突きで突き揃べ，ヨシ簀を二つ折りにして各トコロテンの上に同じ区が来るように覆い，さらにヨシ簀ごと上下 4 枚の莚で蔽つてなるべく凍結させないようにし，2 週間凍乾場に放置して（気温 −8～12°C）トコロテンの変敗状態を観察した。その後莚を取り除いて常法通り寒天を作り，その外観並びにゼリー強度から処理効果を検討した。また流水中で 30 分間水洗した場合の効果及び 1/1000 溶液について，浸漬時間 60 分と 30 分との効果をも比較検討した。

**実験結果：** Table 5 に見られるように，1/500，1/1000 溶液に 30 分間浸漬した処理区の寒天は対照区の寒天に比較して，外観，ゼリー強度共に遙かに良好であり，また 1/2000 溶液或いは流水中で水洗した場合も無処理よりは多少よい結果が得られた。さらに 1/1000 溶液について浸漬時間 60 分と 30 分との場合は，60 分の場合の方が 30 分の場合よりも寒天の外観，ゼリー強度共に良い結果が得られた。従つて実際の殺菌条件としては，1/1000 溶液に 60 分間浸漬が最も適当であると思われる。

**Table 5.** Effect of sodium hypochlorite on the spoilage of "tokoroten" and the quality of agar in practical conditions of the disinfection of reed mats

| Test number | Condition of disinfection | Stage of spoilage in "tokoroten" | Grade of quality in agar | Jelly strength of agar |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/500, 30 min. | − | − | 450 |
| | 1/1000, 30 〃 | ± | − | 400 |
| | Control | ## | ## | 310 |
| 2 | 1/2000, 30 min. | ## | ## | 350 |
| | Washed by water | ## | ## | 320 |
| | Control | ### | ### | 210 |
| 3 | 1/1000, 60 min. | − | − | 510 |
| | 1/1000, 30 〃 | ± | ± | 420 |
| | Control | ## | ## | 310 |

Atmostpheric temperature, 8~12°C.

### 6. 殺菌過程中の塩素消費量

寒天工場に於てヨシ簀を殺菌処理する方法としては，原藻晒場の水槽を利用して一回にかなり多数のヨシ簀を浸漬処理することが考えられるが，この場合同一溶液を繰返して使用することが出来るか否かが問題となる。従つて次の方法により，ヨシ簀殺菌過程中の NaOCl 溶液の塩素消費量について実験した。

**実験方法:** 長さ 1.9m，幅 1.3m，深さ 0.7m，内容積 1710$l$ のコンクリート水槽2基にそれぞれ原液の 1/1000，1/500 稀釈溶液 1080$l$ を入れ，ヨシ簀40枚を1時間浸漬した後引き上げて30分間水切りし，その間にヨシ簀から流れ落ちる溶液は元の水槽へ戻すようにした。次に別のヨシ簀 40 枚を浸漬し，以後同様の処理を繰返した。それぞれ初めの溶液及び毎回の残液について残留塩素を沃度定量法により測定し，殺菌過程中の塩素消費量を求めた。

**実験結果:** Table 6 に見られるように，1/1000，1/500 溶液いずれの場合にも，1回のヨシ簀浸漬によつて残留塩素が急激に減少することが認められた。即ち 1/1000 溶液の場合には2回浸漬までは1回ごとに残留塩素が半減以下となり，それぞれ最初の 56.5，15.0% と減少し，3回以後はゆるやかな減少が示され，また pH も2回目からは著しく低下して酸性となつた。1/500 溶液の場合には3回浸漬まではそれぞれ最初の 65.1，25.1，10.4% と急減し，4回以後はゆるやかな減少が示され，また pH も3回目からは著しく低

**Table 6.** Consumption of available chlorine in sodium hypochlorite solution during the disinfection of reed mats

| Time in hours | Sum of treated reed mats | 1/1000 NaOCl solution | | | 1/500 NaOCl solution | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Quantity of residual solu. ($l$) | pH | Chlorine of residual solu. (ppm) | Quantity of residual solu. ($l$) | pH | Chlorine of residual solu. (ppm) |
| 0 | — | 1080 | 9.0 | 133.08 | 1080 | 9.2 | 233.96 |
| 1.5 | 40 | 1008 | 8.8 | 56.52 | 1044 | 9.2 | 152.40 |
| 3.5 | 80 | 954 | 5.8 | 15.03 | 990 | 8.2 | 58.67 |
| 5.0 | 120 | 882 | 5.6 | 10.02 | 936 | 5.6 | 24.33 |
| 20.5 | — | — | 5.6 | 8.59 | — | 5.6 | 22.18 |
| 22.0 | 160 | 828 | 5.6 | 7.15 | 882 | 5.6 | 17.89 |
| 23.5 | 200 | 792 | 5.8 | 6.44 | 864 | 5.6 | 14.31 |
| 26.0 | 240 | 738 | 5.8 | 5.72 | 792 | 5.8 | 12.88 |
| 28.0 | 280 | 666 | 5.8 | 5.01 | 756 | 5.8 | 11.45 |
| 44.0 | — | — | 5.8 | 4.29 | — | 5.8 | 10.73 |

Temperature of solution, 2~4°C.

下して酸性となつた。従つて NaOCl 溶液のヨシ簀殺菌の有効濃度を 100～140 ppm とした場合，可能な浸漬回数は 1/1000 溶液では最初の1回のみ，1/500 溶液では2回となりそれぞれその次からは不足分の NaOCl を補充しなければならない。またヨシ簀を浸漬しない場合の NaOCl 溶液の塩素消失量は Table 7 に見られるように，同一時間経過後に於てもごく僅かであることが示された。

**Table 7.** Disappearance of available chlorine in sodium hypochlorite solution

| Time in hours | 1/1000 NaOCl solution | 1/500 NaOCl solution |
|---|---|---|
| | Available chlorine (ppm) | Available chlorine (ppm) |
| 0 | 140.23 | 276.60 |
| 18 | 137.37 | 274.74 |
| 43 | 133.08 | 266.16 |
| 64 | 130.22 | 262.58 |

Temperature of solution, 2～4°C.

## 要　　約

"ダンカン" 防止策に資するために，NaOCl によるヨシ簀の殺菌条件について，使用濃度，浸漬時間，塩素消費量等を検討し，次の結果を得た。

1. 有効塩素量 140～280 ppm の NaOCl 溶液にヨシ簀を 30～60 分間浸漬することにより，著しい "ダンカン" 防止の効果が認められた。実際の殺菌条件としては，経費面も考慮して，10% 原液（有効塩素量 140,000 ppm）の 1/1000 稀釈溶液に 60 分間浸漬処理することが適当であると思われる。

2. 殺菌過程中ヨシ簀1回の浸漬処理で NaOCl 溶液の有効塩素量が著しく消費されるので，残液を繰返し使用する場合には，1/1000 溶液では2回目から，1/500 溶液では3回目から，不足分だけの NaOCl を補充する必要がある。

3. ヨシ簀を流水中でよく洗滌するだけでも多少の効果が認められたので，製造期外に一度清水でよく洗滌し，ヨシ簀に附着している "ダンカン" 寒天片や土泥等を除去し，さらに製造期直前に NaOCl 溶液による殺菌処理を行うならば，一層の効果が期待される。

## 文　　献

1) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**23**，641～646 (1957).
2) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**23**，306～314，(1957).
3) 植田正勝：大阪府水産試験場報告，寒天の製造工程における腐敗及びその対策について，20～21，28～34，(1955).
4) 坂井稔，外：広島県衛生研究所報，**3**，(1953).
5) 厚生省編纂：衛生検査指針，**IV**，66～72，(1950).

# 魚体のコハク酸脱水素酵素に関する研究—V.
## 魚体におけるコハク酸脱水素酵素の分布と魚種による差異について

福田博業
(宮崎大学農学部水産化学教室)

## Studies on the Succinic Dehydrogenase of Fish.—V.
## Difference of Succinic Dehydrogenase Activity between Various Fishes and Fish-Organs.

Hironari FUKUDA

Since succinic dehydrogenase is an important enzyme in the TCA-cycle, tricarboxylic acid cyde of KREBS, high activity of the enzyme in any tissues implies that they constitute very active organs in the metabolic oxidation-reduction system.

The activity of succinic dehydrogenase of various fish was estimated by the colorimetric method[1] using 2,6-Dichlorophenolindo-*o*-chlorophenol. A remarkable activity of succinic dehydrogenase was found in the dark meat and liver of most fish studied. The activity of the enzyme was highest in the dark meat, being about 1～2 times as high as that in the liver, and 5～10 times the strength of that in the ordinary meat of the same sample of pelagic fish.

The succinic dehydrogenase activity of the pelagic fish was higher than that of the other nonpelagic fish and fresh water fish. The E-values for the pelagic fish were as follows; 100～40 in dark meat, 50～30 in liver, 25～15 in kidney, 16～8 in gill, and 10～5 in ordinary meat. The E-values for nonpelagic fish were as follows; 24～16 in liver, 14～2 in kidney, 13～1 in gill, and 5～1 in ordinary meat.

These data indicate that oxydo-reductive metabolism is highly active in the dark meat and liver of pelagic fish. The high activity of the enzyme in these tissues may be intimately connected with the migratory habit of pelagic fish, undoubtedly.

コハク酸脱水素酵素（以下 Suc. DH と記す）は TCA-cycle 中の重要な酵素として生体内の酸化還元系において極めて有力な役割をなしている。従って生体組織内における Suc. DH 活性度の強弱は，その組織内における酸化還元代謝系の機能の差異を表わしているとみてよいであろう。例えばある魚種の血合肉が特に強い Suc. DH 活性度を示したとすれば，その血合肉は普通肉と較べて生化学的に異った機能を持つものと推察できる。魚類の血合肉は普通肉にくらべて，単に外見上異るだけでなく，機能的にも差異のある事実が認められつつあるが，著者は魚体中の Suc. DH 活性度を測定した結果からそのような事実を認め得たのでここに報告する。

### 実験方法

Suc. DH 活性度の測定はすべて前報[1]にのべた方法に従い，2,6-Dichlorophenolindo-*o*-chlorophenol を用いる比色法によつた。測定の条件はなるべく同一にするよう特に配慮した。

#### I. 測定試料

測定に供する魚体はできる限り新鮮な個体を用いることに留意し，止むを得ず死後に入手したものについ

1957 年 11 月 8 日受理

**Table 1.** Succinic dehydrogenase activity in various fish.

| Group | Species | Soc. DH Activity (E-value) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Dark meat | Liver | Ordinary meat | Kidney | Gill | Heart |
| Migratory pelagic fish | *Sardinops melanosticta* "Maiwashi" | 84.2 | 31.7 | 8.5 | 22.2 | 13.6 | 15.7 |
| | 〃 | 65.2 | 38.5 | — | — | — | — |
| | *Etrumeus micropus* "Urumeiwashi" | 105.3 | 43.1 | 6.1 | 20.0 | 12.2 | — |
| | 〃 | | | — | — | — | — |
| | *Trachiurus japonicus* "Maaji" | 62.2 | 34.4 | 10.3 | 17.1 | 11.4 | — |
| | 〃 | 40.2 | 40.3 | 5.5 | 26.8 | 16.4 | — |
| | *Decapterus muroadsi* "Muroaji" | 48.0 | 40.0 | 7.0 | 21.0 | 11.3 | — |
| | 〃 | 80.6 | 36.1 | 8.3 | 12.4 | 15.6 | — |
| | *Scomber japonicus* "Honsaba" | 47.7 | 45.7 | 7.3 | 17.2 | 9.1 | 12.1 |
| | 〃 | 44.0 | 30.7 | 8.0 | 16.4 | 8.8 | — |
| | *Katsuwonus selamis* "Magatsuo" | 65.6 | 58.2 | 9.7 | 14.5 | 10.0 | — |
| | 〃 | 50.3 | 34.4 | — | — | — | — |
| | *Auxis tapeinosoma* "Marusoda" | 120.8 | 98.6 | 5.9 | 24.2 | 5.7 | — |
| | 〃 | 100.0 | 52.0 | — | 15.8 | — | — |
| | *Euthynnus affinis yaito* "Yaito" | 66.3 | 30.8 | — | — | — | — |
| | *Neothunnus albacora* "Kihada" | 75.0 | 49.9 | 9.4 | 25.7 | 13.6 | 14.3 |
| | *Seriola quinqueradiata* "Buri" | 40.9 | 44.8 | 13.7 | 37.3 | 9.5 | — |
| Half migratory fish | *Scomberomorus niphonius* "Sawara" | 34.2 | 20.0 | 2.6 | 12.6 | 10.0 | — |
| | *Pragnichthys agoo* "Tobiuwo" | 39.9 | 40.5 | 4.7 | 17.2 | 8.2 | — |
| | 〃 | 31.6 | 22.2 | — | — | — | — |
| Non-migratory shore fish | *Chrysophrys major* "Madai" | — | 18.9 | 5.0 | 11.8 | 8.6 | 6.0 |
| | *Taius tumifrons* "Kidai" | — | 18.3 | 2.1 | 2.2 | 9.3 | — |
| | *Evynnis japonica* "Chidai" | — | 18.0 | 4.8 | 11.8 | 8.7 | — |
| | *Branchiostegus japonicus* "Amadai" | — | 16.5 | 1.9 | — | 1.0 | — |
| | *Therapon oxyrhynchus* "Shimaisaki" | — | 16.8 | 1.6 | 6.2 | 2.3 | — |
| | *Parapristipoma trilineatum* "Isaki" | — | 24.3 | 2.4 | 1.8 | 12.8 | — |
| | *Muraenesox cinereus* "Hamo" | — | 22.2 | 1.9 | 14.4 | 13.1 | — |
| | *Sebastiscus marmoratus* "Kasago" | — | 4.9 | 1.0 | — | 0.6 | — |
| Fresh-water fish | *Cyprinus carpio* "Koi" | 20.9 | 16.6 | 5.0 | — | 9.1 | 16.0 |
| | 〃 | 24.9 | 12.0 | — | — | — | — |
| | *Carassius auratus* "Funa" | 13.5 | 6.0 | 3.7 | 1.8 | — | — |
| | 〃 | — | 6.4 | 1.5 | 4.0 | 4.3 | — |
| | *Plecoglossus altivelis* "Ayu" | — | 17.9 | 7.5 | — | — | — |
| | 〃 | — | 22.7 | 5.2 | 7.6 | 5.0 | — |
| | *Salmo gairdnerii irideus* "Nijimasu" | 16.9 | 28.1 | 3.0 | 31.8 | 10.0 | 11.4 |
| | 〃 | 11.2 | 37.8 | — | 19.7 | 2.1 | — |
| Mammalia | *Bos taurus var. domesticus* "Ushi" | — | 48.0 | — | 32.2 | — | 25.0 |
| | 〃 | — | 60.0 | — | 33.3 | — | — |

ては死後硬直中のものを選び，鮮度不明の個体はできるだけ用いないようにした。しかし魚体組織中の Suc. DH は魚の死後時間の経過とともにその活性度が変化するので，Table 1 に示した測定値は多少の誤差をまぬかれない。

Suc. DH 活性度を測定した部位は血合肉，普通肉，肝臓，腎臓，鰓，心臓などであつた。これらの組織中の酵素活性度には著しい差があつて，同一の酵素濃度において測定することが困難であつたから，褪色時間 $\Delta t$ がなるべく 30sec. 内外に求められるような条件をえらんで測定した。

**II. 酵素液の調製と活性度の測定**

酵素液の調製は前報[1]と同様である。すなわち，組織の一定量をほぼ同量の水と blend したのち，さらに水を加えて 10 倍に稀釈した homogenate ($n = 10$) をガーゼで漉し，氷冷して調製後 10 分以内に測定に供する。活性度の測定は 2,6-Dichlorophenolindo-*o*-chlorophenol を用いた比色法[1]により，測定条件は $20 \pm 0.5°C$, pH $6.7 \pm 0.1$ とし，波長 660mμ で測定される $\Delta t$ が 10～60sec. の範囲内に来るように酵素液添加量 ($a$ ml) を加減して測定を行つた。

測定結果は組織 1g に対応する酵素活性度の単位数 E をもつて表わした。

## 実 験 結 果

測定結果を Table 1 に示す。表中の魚種類別は主として魚の運動習性を考慮して行つた。それは魚体中の Suc. DH 活性度と魚の洄游習性との間に関係があるようにみえるからである。また Table 2 の例に示したように，魚体の鮮度，死後の経過時間などによつて個体差があるので，なるべく 2 個体以上の平均値を求めるよう努めた。

なお参考のためにマアジについて測定した個体差の 1 例を Table 2 に示した。

**Table 2.** Variation of E-values of succinic dehydrogenase activity in the same species of fish.

| Sample fish | Freshness | Dark meat | Liver | Ordinary meat | Kidney | Gills | Date |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Horse-mackerel "Maaji" | immediately after killed | 61.8 | 24.7 | 7.3 | — | — | 2, May |
| 〃 | 〃 | 40.2 | 40.0 | 5.5 | 26.7 | 16.4 | 4, 〃 |
| 〃 | 〃 | 35.2 | 38.0 | 7.5 | 25.1 | 17.7 | 6, 〃 |
| 〃 | in the period of rigor mortis | 59.6 | 33.8 | 6.0 | 16.8 | 15.1 | 9, 〃 |
| 〃 | Good freshness | 62.2 | 20.4 | 10.3 | 17.1 | 11.4 | 25, March |
| 〃 | 〃 | 57.2 | 35.5 | — | — | — | 5, April |

## 考　　察

Table 1 の結果をみると，魚体中の Suc. DH 活性度は，魚体部位により，また魚種別によつて著しい差異のあることが知られる。

以下これらの差異について考察する。

**I. 血合肉の Suc. DH について**

洄游性魚類（赤身魚）の血合肉は特に強い酵素活性を有し，酵素活性度 E 値が 100～40 の値を示した。中にはソーダガツオのように 100 以上の酵素力を有するものもあつた。血合肉におけるこれらの値は同一個体の肝臓における酵素活性度のほぼ 1～2 倍に相当する。このように洄游性魚類の血合肉における Suc. DH 活性度が肝臓以上の強さを有するということは特に注目すべき事実であつて生化学的に重要な意味をもつものであろう。このことは血合肉が単純な筋肉ではなくして，肝臓に代る臓器的機能を有する器官であると考える。これに似た事実は先に著者の行つたカタラーゼの研究[2]においても認められた処であつて，血合肉が臓器的機能を有するという見解を支持している。

血合肉が比較的に発達していないサワラ，トビウオなどでは血合肉の酵素活性度は弱く 40～30 内外であるが，やはり肝臓よりも 1～2 倍強い。淡水魚類の血合肉ではそれよりも更に低く 20～10 内外であつた。梅村[8]は魚の血合肉中の Suc. DH 活性度が普通肉の約 8 倍強いことを報告している。

**II. 肝臓における Suc. DH**

魚類の肝臓における Suc. DH 活性度は一般に洄游性魚類に高く，非洄游性魚類に低い。イワシ，アジ，カツオ，サバ等の洄游魚の肝臓では 50～30 内外が普通であるが，タイ，イサキ，ハモなどの磯魚では 24～16 程度で低い。サワラ，トビウオなどの中間性魚種の肝臓で 40～20 位である。例外としてマルソーダは 100 に近い高い値を示し，反対にカサゴは約 5 という極めて低い値を示したが，これは運動習性の点からみて両極端を示す例であろう。このように洄游魚の肝臓が非洄游魚の肝臓に比してほぼ 4～2 倍強い酵素活性を有するということは，生化学的に興味が深い。

淡水性魚類の肝臓では 20～5 内外の弱い値を示したが，冷水魚であるニジマスの例では 37～20 の比較的高い値を示した。

なお比較のために測定したウシ肝臓の Suc. DH 活性度は 60～40（測定温度 20°C）の値で，洄游性魚類よりも幾分高い値を示した。

**III. 腎臓における Suc. DH**

魚類の腎臓における Suc. DH 活性度は肝臓に比して弱い。比較的に強い洄游魚の腎臓においても 25～15 内外の値であつて肝臓の $1/2$～$1/3$ 程度であつた。

非洄游性魚類の腎臓では 14～2 内外であつて極めて弱い。中間性魚類の腎臓では 20～10 内外であつてやはり肝臓の $1/2$～$1/3$ 程度であつた。ウシの腎臓における E 値は 33 内外であつて魚類よりも高い。

**IV. 普通肉における Suc. DH**

普通肉中における Suc. DH の酵素力は甚しく低い。洄游魚の普通肉で 10～5，非洄游魚のそれで 5～1，両者の間に明らかな差異はあるけれども何れも甚しく弱い。淡水魚類の普通肉でも 10～1 内外でやはり弱い。普通肉の酵素力を血合肉に比較すると，洄游魚では $1/5$～$1/10$ 程度で $1/7$～$1/8$ 内外のものが多い。マルソーダのような極端な例では血合肉の $1/20$ 程度であつた。このような事実からみても，普通肉が単純なる筋肉であるのに対して，血合肉はこれに約 10 倍する酵素化学的機能をもつことがわかる。

**V. 鰓における Suc. DH**

魚体の鰓における Suc. DH は洄游魚においても非洄游魚においても大差なく大体において 16～8 内外の活性度を示した。淡水魚の鰓でも 10～5 の値であつた。鰓における酵素活性度に著るしい差のないのは主として鰓そのものでなくして鰓の中に含まれる血液の酵素力を考えれば説明される。

**VI. 心臓における Suc. DH**

心臓の Suc. DH 活性度はあまり高くない。参考のために測定したウシの心筋で E＝25 を示し，肝臓や腎臓よりも低い。魚類の心筋についての測定例は少ないけれども 16～11 の値で，鰓の酵素力に近くて弱い。

従来 Suc. DH に関する多くの研究において専ら牛馬の心筋が試料として用いられているけれども，これらは必ずしも特別に強い酵素活性を有するものではない。

**VII. 洄游性魚類と非洄游性魚類との比較**

組織別の各項において詳述した通り，両魚類の間に著しい差異がある。特に血合肉と肝臓とに関しては魚種による差が甚だしく，明らかに魚類の運動習性に関係があると思われる。

**VIII. 魚類と哺乳類との比較**

哺乳類の 1 例としてウシの肝臓，腎臓，心臓について測定した値を Table 1 中に附記した。魚類の場合と同様に 20°C で測定した酵素活性度（E）は，肝臓で 60～48 であつて洄游魚の肝臓の平均値よりもやや高く，魚類の中で最も強いカツオ類に匹敵している。同様に腎臓で 32，心臓で 25 であるから魚類のそれよりも幾分高い酵素力をもつ。ただし哺乳類の Suc. DH は 40°C 附近で急に活性度を増すから[3]，ウシの体温に相当する温度においてはその酵素活性度は魚類のそれよりもはるかに強いことになる。

**IX. 魚体における Suc. DH の個体差**

例を Table 2 に示した。かなり著しい個体差が認められる。これは生活時における生理状態による本来の酵素力の差と，魚の死後における経過状態の差とによるものであろう。魚体が死後時間の経過とともに Suc. DH 活性度を低下してゆくという事実を応用して魚体の鮮度を測定する方法についてはすでに発表した[4]。

**X. 魚体における Suc. DH の生化学的意義**

生体内において，Suc. DH の果している役割は TCA-cycle 中の重要な酵素として酸化還元代謝系に強く関与していることである。この酸化還元代謝系における酵素の作用量は酵素量と基質量との相対関係によつて左右されるものであるから，ある組織中の酵素量が特に大であるということは，基質となるコハク酸の生成もまた盛んであつて，この代謝系における酵素の作用量が大であることを示すものであると考える。したがつて魚類の血合肉が，特に洄游性魚類の血合肉が肝臓以上の強い酵素力を有するということは，これらの魚類の血合肉において Suc. DH の関与する酸化還元作用が，肝臓以上に盛大に行なわれることを示すものであろう。

以上のことから魚類の血合肉は普通肉と異つて肝臓に類似した臓器的機能を有するものであろう。その代表的な例は特に血合肉のよく発達しているカツオ類，マグロ類，イワシ類などの洄游性魚類によく認められる。

## 要　　約


1. 各種の魚体中に含まれる Suc. DH の活性度を組織別に測定して比較した。(Table 1.)

2. Suc. DH 活性度は洄游性魚類の血合肉において最も強く，100～40 でそれぞれの肝臓の 1～2 倍に相当した。血合肉が比較的に貧弱なサワラ，トビウオなどの中間性の魚種では 40～30，淡水魚の血合肉で 20～10 内外であつた。

3. 肝臓における Suc. DH はやはり洄游性魚類で最も強く 50～30 内外，非洄游性魚類で 24～16，中間性魚類では 40～20，淡水性魚類の肝臓では 20～5（例外ニジマス）であつた。

4. 腎臓における Suc. DH は肝臓の $1/2$～$1/3$ 程度で一般に弱い。洄游性魚類で 25～15 内外，中間性魚類で 20～10 内外，非洄游性魚類で 14～2 内外であつた。

5. 魚類の普通肉における Suc. DH は他の組織に比して極めて弱く，洄游性魚類で 10～5，非洄游性魚類で 5～1 であつた。普通肉における Suc. DH 活性度は血合肉の $1/5$～$1/10$，中には $1/20$ 程度のものもあつた。

6. 鰓における Suc. DH は魚種により大差なく 16～8 内外であつた。

7. 心臓においても 16～11 程度で何れも弱い。

8. 洄游性魚類は非洄游性魚類に比して強い Suc. DH 活性を有し，魚種による差は特に血合肉と肝臓において著しい。

9. 魚体における Suc. DH の個体差は可なり著しく，死後の経過時間によつても異る。

10. ウシにおける Suc. DH は魚類のそれよりも幾分強い傾向を示し，特にその体温に近い 40°C 附近の作用力を比較すると魚類の方がはるかに弱い。


終りに本研究費の一部は文部省科学研究費によつた。なお実験に協力された黒木陽君に感謝し，原稿の校閲をしていただいた九州大学富山哲夫教授に対して謝意を表する。

## 文　　献


1) 福田博業：本誌，**23**，547～554 (1958).
2) 福田博業・樋口俊昭：本誌，**20**，232 (1954).
3) K. UMEMURA: Nagoya J. Med. Sci., **14**, 81 (1951).
4) 福田博業：本誌，**23**，486～493 (1957).

# Some Notes on M-Actomyosin of Squid Muscle*

Juichiro J. Matsumoto
(*Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*)

In the previous reports[1)2)], a water-soluble fibrous protein which shows ATP responses like rabbit actomyosin was found in squid muscle, and this protein was called M-actomyosin by the present author. However, as far as the salting-in curves** of the preparations of this protein are concerned, it appears to be composed of two or more distinctive components (Fig. 1). Thus, these components were called Components I, II and III in order of decreasing ionic strength ($I$) of salting-in. Which of these components would be the said M-actomyosin? This needed experimental studies, and separation and purification of the component were necessary before the qualification from various aspects were done. The present report includes such studies and also the description of some properties of M-actomyosin, *e. g.*, its instability.

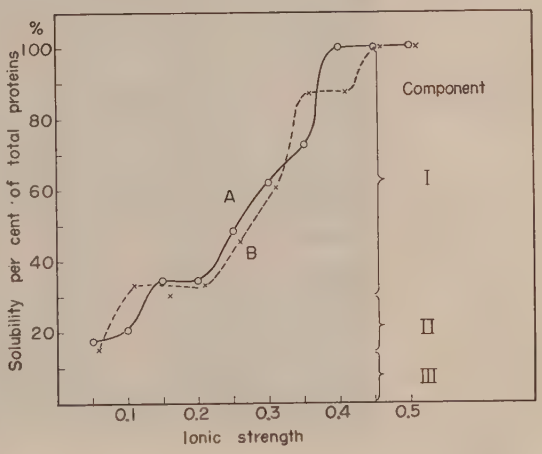



**Fig. 1.** Salting-in curves at pH~6.8 of M-actomyosin. Corresponding to Curves B and C in Fig. 7 of the previous paper[2)]. Unit of the ordinate is differently used in the present paper. Protein concentration in the mixture: Curve A, 0.23 mg./ml.; Curve B, 0.34 mg./ml.

## Experimental

### Methods

Most methods used here were the same as the previous works.[1),2)]

*Paper-electrophoresis*: Kobayashi paper-electrophoretic apparatus of Natsume Co. was employed. To keep the muscle globulins in solution, a phosphate-KCl buffer, $I = 0.5$ (phosphate, 0.15 + KCl, 0.35; pH 7.6), was used. Filter paper No. 50 of Toyo Roshi Co., 12.5 cm. × 15 cm. broad in horizontal part; Electric current, 1 mA/cm. width;

*Received Dec. 2, 1957.*

* Contribution B No. 276 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo.

** This method is very similar to that of Hasselbach *et al.*[3)], though the present method was designed independently to it.

16~18°C.; Duration, 15~21.5 hours. After the run the filter paper was air-heated, stained with 0.05% bromophenolblue containing 1% $HgCl_2$ and 2% acetic acid, being treated with liquid paraffin and $NH_3$ vapour. Then the optical density at 570 mμ of the boundaries was measured directly by an electorophotometer. A protein solution, 2.9 mg./ml., in 0.5 M KCl was applied in a density, 0.007 ml./cm. width (0.02 mg. proteins/cm. width). On every run, a solution of dried normal human serum (10 mg./ml.) applied to the same filter paper in 0.07 mg./cm. width was tested simultaneously, so that the peak of blood serum albumin is recorded as a standard of mobility.

*Salting-in curve*: The same method was used as that in the previous report[2]. While, in most cases, only a negligibly small amount of the protein was left undissolved at $I = 0.5$, in a few cases, the amount of undissolved protein was considerably large at this ionic strength (Figs. 4 and 7).

## Results

### (A) Which Component is the actomyosin-like protein?

Which of the components shown in Fig. 1 could be M-actomyosin involving the ATP-response of streaming birefringence (SB) and superprecipitation[2]. For studying this, a preparation was adopted which gave such a salting-in curve as Curve A of Fig. 2 and thus might contain three components in almost equal proportions. Such a preparation was obtained as precipitate by adding KCl to the streaming birefringent aqueous extract of squid muscle and bringing it to 0.05 M of KCl concentration (pH~7) in place of dialysing it against 0.3 M KCl.

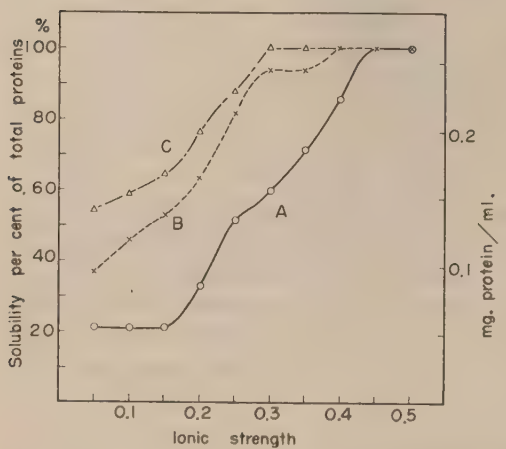



**Fig. 2.** Changes of the salting-in curves at pH ~6.8 of an M-actomyosin containing solution during cold storage.
Curve A, 5 hr. after preparation;
Curve B, 3 days " " ;
Curve C, 9 days " " .

Shortly after preparation, the solution (pH~7) was viscous and intensely streaming birefrigent, and showed superprecipitation as Picture I of Fig. 3 when adenosinetriphosphate (ATP) was added to its diluted solution ($I = 0.11$). If the preparation was kept dissolved at an ice-box temperature, its superprecipitation became less marked day after day (Fig. 3). In parallel to these changes, viscosity as well as the intensity of SB of this solution appeared also to decrease.

On the other hand, the salting-in curve of this solution (Curve A of Fig. 2) changed during cold storage into Curves B and C of Fig. 2. The change of the salting-

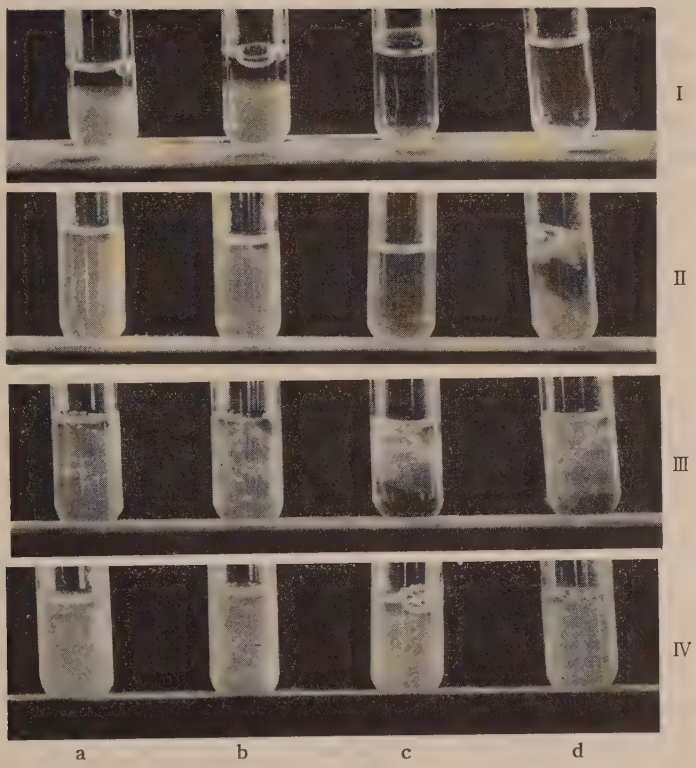



**Fig. 3.** Change of activity of superprecipitation of M-actomyosin during the storage of 0.5M KCl solution.

Picture I, 6hr. after preparation;
〃 II, 1day 〃 〃 ;
〃 III, 2days 〃 〃 ;
〃 IV, 3days 〃 〃 .
Tube a, control;
〃 b, control with $MgCl_2$ added;
〃 c, with ATP added;
〃 d, with ATP and $MgCl_2$ added.
For each tube: Protein concentration, 0.22 mg./m*l*.;
KCl, 0.1M; ATP, $7.0\times10^{-4}$M;
$MgCl_2$, 0.001M.
Each picture was taken after equilibrium had been achieved.

in curve suggested that Component I decreased while Components II and III increased in the solution. Thus, Component I might be related to superprecipitation, the intense SB, and the high viscosity, and might correspond to M-actomyosin. In addition, this view would be supported by the results of the previous work[4] that superprecipitation and responses of SB and viscosity to added ATP were found with a preparation which was possibly freed from the component, soluble at lower ionic strengths by reprecipitating at 0.3 M.

**(B) Some trials in purifying M-actomyosin**

Efforts were made to isolate M-actomyosin or Component I. Thus as a general principle, KCl was added to the aqueous extract, the precipitating protein was collected and dissolved into 0.6 M KCl solution and then subjected once or a few times to reprecipitation by diluting it with water. The effect of the experimental conditions on the homogeneity of the resulting preparation was studied by using the salting-in curve (at pH~6.8) as the criterion.

In a series of experiments the following was observed:

i) To precipitate M-actomyosin from an aqueous extract, the addition of KCl up to 0.05~0.3 M sufficed in place of dialysing against KCl solution as used in the previous works. The preparation obtained by this procedure contained less amount of Components II and III and also the yield there of Component I was rather better compared with the case of dialysis.

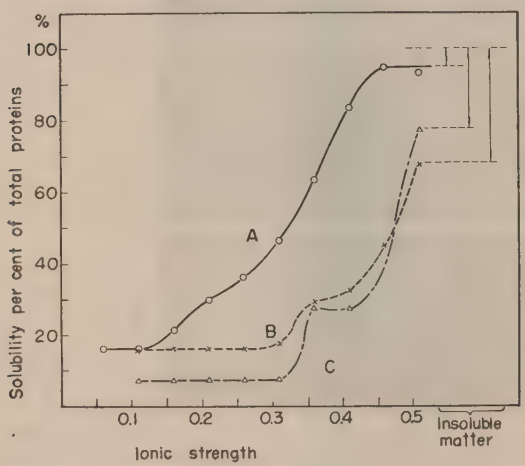



**Fig. 4.** Change of the salting-in curves of M-actomyosin preparation with reprecipitation.
Curve A: Solution A, precipitated from aqueous extract at $I = 0.25$ and stored overnight at $I = 0.6$;
Curve B: Solution B, obtained by reprecipitating Solution A at $I = 0.25$;
Curve C: Solution C, obtained by reprecipitating Solution B at $I = 0.25$.
Protein concentration in the mixture:
Curve A, 0.31 mg./ml.; Curve B, 0.17 mg./ml.; Curve C, 0.12 mg./ml.

ii) Each reprecipitation at 0.2~0.3 M improved the homogeneity of the preparation to a certain extent, but the preparations which were obtained even by three times reprecipitations were not quite free of Component II, as far as the salting-in curve at pH~6.8 is concerned (Fig. 4). On the other hand, if the reprecipitations were done at an ionic strength higher than 0.25, Component I was changed so as it was dissolved again only in higher ionic strengths, and, a part of it became often insoluble even in an ionic strength as high as 0.5. Namely, repetition of precipitation appeared to make Component I less soluble (Fig. 4).

iii) The effect of concentration of KCl which was used to selectively precipitate or reprecipitate Component I was examined (Fig. 5). If made at 0.1 M KCl, an inflexion point was apparent in the salting-in curve as Curve A of Fig. 5 which suggests the presence of Components II and III. Repeated precipitations at 0.3 M KCl gave a preparation as Curve B, but this process appeared to induce insolubilization of the protein as described above. Curve C was obtained from a preparation which was reprecipitated three times at 0.2 M KCl. This preparation, together with some obtained by the same method, appeared most homogeneous one among many preparations studied, though few

cases obtained by the same procedure did not gave salting-in curves suggesting a high homogeneity.

In addition, it would be interesting that a few preparations which were obtained by precipitating once only at 0.2 M KCl from the aqueous extract showed salting-in curves similar to Curve C.

**(C) Change of M-actomyosin during storage**

If a preparation mainly composed of Component I was stored in a cold place as a solution in 0.5 ~ 0.6 M KCl (pH ~ 6.5), some change as Fig. 2, was always found in the salting-in curve of the preparation. Thus, it was suggested that Component I was changed into other states. The rate of the change varied from preparation to preparation. For example, a preparation did not show within 2 days any appreciable change in salting-in curve, while another preparation showed a change after a night, though it did not within 6 hours. The reason for the variation in stability was not clear.

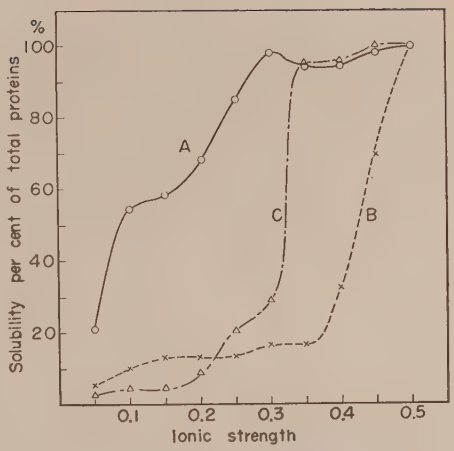



**Fig. 5.** Salting-in curves at pH~6.8 of some preparations of M-actomyosin.
Curve A, Precipitated once at $I = 0.1$ from aqueous extract;
Curve B, Precipitated once at $I = 0.05$ and reprecipitated 3 times at $I = 0.3$;
Curve C, Precipitated 3 times at $I$=0.2.
Protein concentration in the mixture:
Curve A, 0.5 mg./ml.; Curve B, 0.29 mg./ml.;
Curve C, 0.40 mg./ml.

The change of Component I was not prevented, when the preparation was stored in cold at 0.2~0.25 M where the protein was in a precipitated state. So, it appeared that the study of M-actomyosin as its intact state must be made immediately after the preparation.

In order to prove that the above change of the protein has actually occurred during storage, paper-electrophoresis was carried out with an M-actomyosin preparation (Fig. 6). When tested immediately

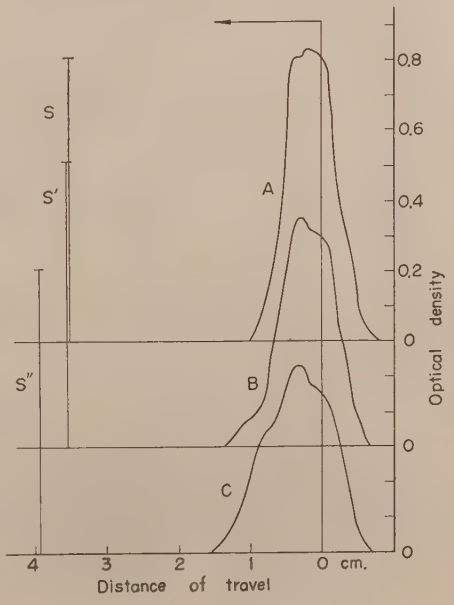



**Fig. 6.** Paper-electrophoresis of a M-actomyosin containing solution.
A, Immediately after preparation;
B, 2 days after preparation;
C, 8 days after preparation.
S, S', S'': Serum albumin which ran simultaneously with A, B and C respectively.

after preparation, the proteins moved scarecely on electrophoresis at $I=0.5$ (Curve A). However with the solution stored for 2 days, an amount of proteins moved on electrophoresis (Curve B), and these mobile components increased in amount when tested after 8 days (Curve C). In parallel to these changes, the preparation, which gave at the beginning a salting-in curve like Curve B of Fig. 4, underwent during storage a change in salting-in curve similar to the case of Fig. 2. These results might suggest that new components such as Components II and III described above have been formed during storage.

## Discussion

The results of the present study showed that, though the dissolution-reprecipitation method is useful for purifying M-actomyosin of squid, repeating precipitations can not completely remove an small amount of the component which seems soluble in lower ionic strengths and that M-actomyosin is considerably unstable and becomes more soluble during cold storage or becomes less soluble by precipitation.

Why the easily soluble component could not be removed completely by repeated precipitations? For this, some explanations are thought out. Firstly, M-actomyosin preparation might contain an impurity which is hardly separated by the method employed here. Secondly, for M-actomyosin is unstable, it might be changing into secondary products during the process of purification. Thirdly, because M-actomyosin of squid might have by nature a small but a definite solubility at a lower ionic strength and at pH~6.8, a complete insolubility such as known for the case with rabbit actomyosin[3] might not be observed even when a considerably pure preparation of M-actomyosin might have been tested. These points must be studied by use of other proper methods.

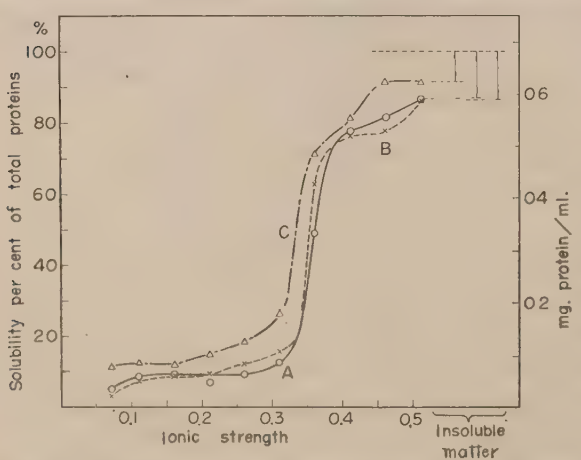



**Fig. 7.** Salting-in curves of a preparation of Carp actomyosin during cold storage.
Homogenized 5 min. with 0.6M KCl, precipitated at 0.2M, and washed twice with 0.2 M KCl.
Curve A, Immediately after preparation;
Curve B, 4 days after preparation;
Curve C, 8 days " " .

It was reported by HASSELBACH *et al*[3]. that rabbit actomyosin did not show any change in salting-in curve as long as 9 days when it was stored at $I=$ 0.4 and pH~7. With actomyosin of carp, the salting-in curve did not show any practical variation for 3 days, and changed only slightly if tested after 8 days[5] (Fig. 7). Hence the instability of M-actomyosin obser-

ved here seems to be a characteristic of this protein.

Occasionally salting-in range is written as one element in identifying the myosin or actomyosin of rabbit and other animals. If salting-in range is so defined as to denote the range extending from the lowest ionic strength where salting-in begins to the highest where it ends, and if Component I corresponds to M-actomyosin itself, results of Figs. 1~5 suggest that salting-in range of M-actomyosin appears to cover the ionic strengths from 0.2 to 0.5. Within this range, the salting-in range of individual preparation may vary case by case, possibly according to the ionic strength at which reprecipitation was done, though other factors may be influencial.

The salting-in range of rabbit actomyosin has been reported to be 0.24~0.5 (0.24 ~0.34 at pH~6.7[3], 0.3~0.5 at pH~7[6),7)]) and that of carp actomyosin, 0.2~0.5 (0.2 ~0.4[2]), 0.24~0.35[8),9)] 0.3~0.5 in Fig. 7 of the present work). These data suggest that the behavior of actomyosins of rabbit and carp also changes with testing method and with preparation. At any rate, M-actomyosin of squid appears not very different with regard to salting-in range from actomyosins of rabbit and carp.

## Summary

1) As far as the salting-in curve is concerned, it appeared that 2 or 3 components are contained in M-actomyosin preparation obtained by adding KCl to the streaming birefringent aqueous extract of squid muscle. Among these components, Component I which is least soluble in lower ionic strengths ($I$) was found to be responsible for the characteristic responses to ATP and thus was inferred to be M-actomyosin.

2) Observations were made and discussed on the purification of Component I by reprecipitation. Thus it was inferred that reprecipitation is useful for purification, but that it is questionable if the purification was complete or not. It was also found that Component I is considerably unstable and is apt to change its solubility behaviors which is not the case with rabbit and carp actomyosins.

3) The salting-in range of M-actomyosin of squid was found to cover $I = 0.2 \sim 0.5$. In this respect, it appeared not very different from rabbit or carp actomyosins.

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. Migita for his valuable advice, to Prof. S. Mizushima for his encouragement, and to Miss M. Akiba for her technical assistance.

## References

1) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 641~52 (1954).
2) Matsumoto, J. J.: *Ibid*, **23**, 92~104 (1957).
3) Hasselbach, W., Hofschneider, H. P., Kasper, E. and Lutz, R.: *Z. Naturforsch.*, **8b**, 204~211 (1953).
4) Matsumoto, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **23**, 775~81 (1957).

5) ISHINO, A.: Unpublished data.
6) WEBER, H. H. and PORTZEHL, H.: Advances in Protein Chemistry, **7**, 196, 198 (1951).
7) BAILEY, K.: "The Proteins" Vol. II, Part B, Academic Press, New York (1954), p. 961.
8) ROTH, E.: *Biochem. Z.*, **318**, 74~94 (1947).
9) HAMOIR, G.: "Contribution a l'etude des proteines musculaires de poisson", Imprimerie H. Vaillant-Charmanes, Liege (1955), p. 87; *Arch. intern. physiol. et biochim.*, **63**, suppl. (1955).

# 魚肉中のアミンの生成について—Ⅲ.
## 魚肉中のヒスタミンの簡易検出法*

太 田 冬 雄
(鹿児島大学水産学部)

# On the Formation of Amine in Fish Muscle—III.
## —Simple Method for the Detection of Histamine in Fish Muscle—

Fuyuo Ota

Simple method for the detection of histamine in fish muscle, based on the extraction of histamine azo-compound with organic solvent, was presented. When *p*-nitroaniline was used for the preparation of diazo-reagent, using ethyl-acetate as a extracting agent, histamine azo-compound was easily transfered into the ester and separated from that of histidine. And furthermore the azo-compound of almost all the diazo-reaction positive substances presumably contained in fish muscle was also kept free from being transfered into the ester. At the high concentratation of histidine, histidine azo-compound slightly passed into the ester, but it was possible to remove this by treating with dilute alkaline solution.

Detection procedure was summarized as follows: Fish muscle extract was obtained by shaking and filtering after being added 20 volumes of water (or succesively 10 volumes of water and of 5% $CCl_3COOH$). To 1.0cc. of the extract, was added 2.0cc. of 2.0% $Na_2CO_3$. To the above solution, was added 1cc. of diazo-reagent. After brief standing, 7cc. of ethyl-acetate was added to it and its solution was shaken vigorously. Histamine concentration was measured roughly from the intensity of rose color of ester layer. Diazo-reagent was freshly prepared by adding 0.1cc. of 5% $NaNO_2$ to 5cc. of 0.1% *p*-nitroaniline in 0.1N HCl solution, and it was used immediately after preparation.

ヒスタミンが食品中毒の主因であるかどうかについてはなお論議がある[1]としても，有毒物である事は古くから知られている事であり，最近の水産食品の中毒例[2),3)]に於ても食品中に多量のヒスタミンが検出され，主要な原因物質とされている。しかも一般に鮮度判定指標として利用されている揮発性塩基量は概して少なかつた事が明らかにされている。

しかしこの様な事は，元々揮発性塩基とヒスタミンとがその生成機構を異にする事から考えると当然起り得る事なのであつて，すでに木俣等[4]は，魚肉の鮮度低下による揮発性塩基とヒスタミンの生成は必らずしも常に平行せず，ある温度 (20°C) 附近では揮発性塩基に対しヒスタミンの生成が著しく多く，従つてこの様な温度で貯蔵された時の揮発性塩基による鮮度判定には危険性のあることを指摘しており，筆者等[5]も同様この事を確かめ，更に広い範囲の温度 (15～32°C) に危険性のあることを報告した。

従つてこの様な危険性を防ぐためには，原料の不鮮，加工過程に於ける汚染，鮮度の低下を避けるべきはいうまでもなく，一方鮮度判定の面からは，従来の鮮度指標の規準量に再検討の必要もある様に思われるが，むしろ実際問題としては，直接ヒスタミン量を測定して危険性を防ぐのが適確であると考える。(すでにGeiger[6]は魚肉の鮮度判定にヒスタミンの測定を提案している)。

しかしそのためには，ヒスタミンの簡易な検出，定量法が必要なのであるが，従来の検出，定量法[7～13]に

1957 年 12 月 12 日受理
* 本文の要旨は，日本水産学会 (1955. 4. 東京) にて発表した。

はこの目的に適当と思われるものが殆どなく，最近のイオン交換剤による方法[14~18]は，これまでの方法に比し著しく簡易化されたとはいえ，なお上の目的の為には充分とはいい難い様に思われる。そこで筆者は主として操作の簡易，迅速化に目標をおき諸種の実験工夫を試みた結果，ほぼ目的に副い得る方法を見出す事が出来た。方法は要するにヒスタミンのヂアゾ呈色物を有機溶剤にて分離抽出する事を原理とするもので，本文ではこの原理に基くヒスタミンの検出法について述べる。

## 実　　験

### 1. 検出操作

魚肉の水浸出液（1: 20)*1 1cc を採り，之に 2% $Na_2CO_3$ 2cc を加え混和，次いで調製直後のヂアゾ試薬*2 1cc を加えヂアゾ呈色させる。之に醋酸エチル 7cc を加え激しく振盪する。静置後醋酸エチル層の呈色度よりヒスタミン(Hm)量を推定する*4。新鮮肉では殆ど全く呈色なく，Hm 量に従つて赤紫色からその濃厚色となる。薄い rose では肉質が美味を感ずる程度，明瞭な赤紫色では相当量（約 50mg % 以上）を含むものと推定される。

### 2. Hm 及びヒスチヂン (Hd) のアゾ色素 (AZ) の有機溶剤への移行性

本法の原理は，Hm-AZ がある種の有機溶剤に移行するか，他の AZ は移行しない事を前提としている。そこで先ず，魚肉中のヂアゾ反応陽性物質中，量的に最も多い Hd を対象としてその AZ と Hm-AZ との有機溶剤への移行性を比較した。即ち Hm 20$\gamma$, Hd 200$\gamma$ (共に和光純薬製 HCl 塩) を夫々含む溶液について，sulfanilic acid, *p*-nitroaniline 及び *p*-chloroaniline によるヂアゾ試薬にて呈色させ，之に入手容易な各種有機溶剤を加えその移行性を観察した。その結果が Table 1 である。

移行性はヂアゾ試薬調製のための芳香族アミン試薬の種類で異なり，sulfanilic acid の場合は Hm, Hd の AZ 共にいずれの溶剤にも移行しないが，*p*-nitroanilinine では極く限られた溶剤への移行性が見られ，醋酸エステルに対しては特異的に Hm-AZ のみが移行した。又 *p*-chloroaniline では，かなり広範な移行性が見られ，エーテル，石油エーテル及び $CCl_4$ に対しては Hm-AZ のみが移行し Hd-AZ は殆ど移行しない。之らの結果からこの方法の基礎条件が掴めるのであるが，実際への適用性の諸点（移行性，水液との分離及び回収等の難易）から考え，結局 *p*-nitroaniline によるヂアゾ反応物を醋酸エチルで抽出するのが適当と考えた。即ち Hm-AZ は容易に醋酸エチルに移行し明るい赤紫色を呈し定性的ではあるが Hm 濃度に比例し，Hd と共存する場合にも同様に移行

**Table 1.** Transferability of the azocompounds of histamine and histidine into organic solvents.

| Organic solvents | SFA[1] | | PNA[2] | | PCA[3] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hm[4] | Hd[5] | Hm | Hd | Hm | Hd |
| Ether | − | − | − | − | + | ± |
| Pet. ether | − | − | − | − | + | − |
| Ligroine | − | − | − | − | ± | − |
| Pet. Benzin | − | − | − | − | ± | − |
| Chloroform | − | − | − | − | + | ± |
| Benzene | − | − | − | − | + | ± |
| $CCl_4$ | − | − | − | − | + | − |
| $CS_2$ | − | − | − | − | ± | − |
| *n*-Butanol | − | − | + | + | + | + |
| Amyl alcohol | − | − | + | ± | + | + |
| Toluol | − | − | − | − | + | ± |
| Xylol | − | − | − | − | + | ± |
| Methyl acetate | − | − | + | ± | + | + |
| Ethyl 〃 | − | − | + | − | + | + |
| Butyl 〃 | − | − | + | − | + | + |
| Amyl 〃 | − | − | + | − | + | ± |

1 sulfanilic acid, 2 *p*-nitroaniline, 3 *p*-chloroaniline 4 histamine, 5 histidine.
+: transferable　±: slightly transferable
−: not transferable

*1 又は除蛋白沪液。　*2 0.1% *p*-nitroaniline の 0.1N HCl 液 5cc に 5% $NaNO_2$ 0.1cc を加える。
*3 精製品が望ましい。　*4 エステル層を採り，無水 $Na_2SO_4$ で処理すると呈色が一層明瞭となる。

したからである。

**3. Hm, Hd 以外のヂアゾ反応陽性諸物質 AZ の醋酸エチルへの移行性**

魚肉中には Hm, Hd 以外に多くのヂアゾ反応陽性物質の存在が知られている。そこで之らの AZ の醋酸エチルへの移行性をしらべた。即ち試験標品の 20～50γ を含む溶液について観察した結果，チロシン，グアニン，キサンチン，アデニン，尿酸，チミン，ピリドキシン，チアミン，イミダゾールプロピオン酸等の AZ はいずれも全く移行せず，チラミンの AZ は僅かに移行したが，その濃度に対する呈色度は Hm に比し遙かに低く，移行量も甚だ少なく，Hm と等量の時でも殆ど無視できる程度であつた。又イミダゾール醋酸は，濃度の高い時に僅かに移行したが，影響として認める程ではなかつた。即ち，Hm-AZ の醋酸エチルへの移行性は非常に特異的である。

**4. Hm-AZ の醋酸エチルへの移行性に対する魚肉成分の影響**

Hm-AZ の呈色或いはその移行性に対し，魚肉中の共存成分の影響が考えられるので，この点についてしらべた。その結果普通に知られているアミノ酸，有機塩基，乳酸，グリコーゲン等ではいずれも殆ど全く影響なく，僅かに尿酸，チアミンが，しかもかなり多量共存する場合に呈色を多少減少させたが，前者は今のところ魚肉中の存在が明らかでなく，又後者の肉中含量も影響する量より遙かに少ないから，実際問題として魚肉成分の影響は殆どないものと考えられる。事実，数種魚肉浸出液を加えたものでは殆ど移行性に差異は認められなかつた。(之らの諸点については，後報で定量的に示す。)

**5. 醋酸エチルに移行した Hm 及び Hd の AZ に対する酸，アルカリの影響**

前項 2. の実験で試験した Hd 量は，実際の魚肉試料の場合を考えると必ずしも充分な濃度とはいい難い。そこで更に高濃度（試験液中 500～1000γ）の場合について試験したところ，Hd-AZ が僅か乍ら移行するのが見られた。その程度は Hm の危険性を問題にする呈色からすると，遙かに少ないものであつたから，検出法としては無視してもよいと思われるが，厳密にはこの影響を防止することが望ましい。（後報する定量法としては当然考えられるべき点である。）

そこで之について若干の工夫の試みたところ，簡単な処理で除き得る事が分つた。即ち醋酸エチルに移行した微量の Hd-AZ は稀 $Na_2CO_3$ で処理すると容易に $Na_2CO_3$ 層に移行するが，Hm のそれは全く移行しない。又稀酸処理では逆に Hm-AZ は酸層に移行するが，Hd のそれは黄変するのみで移行しない。又中性附近の燐酸緩衝液では両者共に移行しない。従つて精密な検出定量のためには当然これらの除去処理が必要である。

## 考　　察

食品中の Hm 量を求めるからには勿論，明確な定量値を得ることが望ましい。しかし食品中毒因としての量を問題にする限り，できるだけ迅速にその含量の程度を判定する事が必要である。しかも五十嵐[19]によると魚肉中の Hm に基く辛味感覚量は 10～20 mg %，又清水等[20]によるとその中毒限界量は約 100 mg % といわれる。従つて，実際問題としてはこの程度の判定ができれば，検出法としての目的は相当に達しているものと考える。

その点本法は，所謂検出法としては多少簡易さに欠けるかもしれないが，少しく注意すると半定量的な検出が可能である。即ち本法は食品衛生上からの Hm 検出法として実用できるものと考える。

## 要　　約

1. 魚肉中のヒスタミン量の簡易に検出する方法を示した。この方法は *p*-nitroaniline を用いるヂアゾ反応によるヒスタミンアゾ色素を醋酸エチルにて抽出することを原理とする。

2. ヒスタミンアゾ色素は醋酸エチルに移行するが，ヒスチヂン及び他のヂアゾ反応陽性物質のアゾ化合物はいずれも殆ど全く移行しない。ヒスチヂンアゾ色素は高濃度の時に僅かに移行するが，この影響は稀アルカリ処理によつて容易に除かれる。

3. ヒスタミンアゾ色素の移行性，呈色度に対し，魚肉中の諸成分は殆ど全く影響しない。

終りに，本文の御校閲を賜わつた北大教授小幡彌太郎先生に感謝の意を表する。又文献その他に関し御援助を賜わつた鐘紡中央試験所の増田所長，貴重な試験標品を御分与下さつた千葉大学腐敗研究所の安藤宗八先生及びその御斡旋の労を取つて下さつた同大学の福山正臣先生並に本学部黒木助教授に併せて感謝する。

## 文　　献

1) 宮木高明：自然，**7** (12) 12～20, (1952).
2) 柳沢文徳：食品衛生，(1957), p. 41, 共立.
3) 河端俊治・石坂公成・三浦和之：本誌，**21**, 335～340, 1167～1170, (1956).
4) 木俣正夫・河合　章：京大食研報告，No. **6**, 83～98 (1952).
5) 太田冬雄・鯵坂比呂志：鹿大水産紀要，**5**, 134～139 (1956).
6) E. GEIGER: *Food Res.*, **9**, 293～297 (1944).
7) K. K. KOESSLER and M. T. HANKE: *J. Biol. Chem.*, **39**, 497 (1919).
8) A. H. EGGERTH, R. J. LITTWIN and J. V. DEUTSCH: *J. Bact.*, **37**, 187～203 (1939).
9) 秋山義春：福岡医科，**30**, 1～40 (1937).
10) 横山良平：東京医事新誌，1948～1953 (1936).
11) 五十嵐彦仁：北水誌月報，**1** (1) 24～31 (1944).
12) 門田　元・林孝市郎：京大食研報告，No. **6**. 30～35 (1951).
13) 柿本大壱：鹿大水産紀要，**3**, 45～49 (1954).
14) F. C. MCINTIRE, L. W. ROTH and J. L. SHAW: *J. Biol. Chem.*, **170**, 537～544 (1947).
15) S. M. ROSENTHAL and H. TABOR: *J. Pharmacol. Expte. Teerap.*, **92**, 425～431 (1948).
16) 門田　元・井上淳太郎：本誌，**19**, 916～920 (1953).
17) R. LUBSCHEZ: *J. Biol. Chem.*, **183**, 731～738 (1950).
18) 小牧庸夫：日本医学雑誌，**12**, 574～587 (1953).
19) 五十嵐彦仁：本誌，**8**, 161～164 (1939).
20) 清水　亘・日引重幸：本誌，**20**, 206～208 (1954); **21**, 365～367 (1955).

# 魚肉中のアミンの生成について—Ⅳ.

## 魚肉中のヒスタミンの迅速定量法*

太　田　冬　雄
(鹿児島大学水産学部)

# On the Formation of Amine in Fish Muscle—IV.

## Rapid Method for the Estimation of Histamine in Fish Muscle

Fuyuo Ota

A simple, rapid and colorimetric method for the estimation of histamine, based on the extraction of histamine azo-compound with ethyl acetate, was presented. Coloration of histamine with diazo-reagent in ice bath, was stable and reproducible, and the intensity of histamine was proportional to the concentration of histamine, showing linear relation within the range from 1 to 20$\gamma$. Many well-known substances, in the amount that might be contained in fish muscle, scarcely interfered with the method. Histamine added to fish extract was recovered with satisfactory results. Applications on several species of fish muscle showed as good results as those obtained by other recent method.

Analytical procedure was summarized as follows:

Fish muscle extract was obtained by shaking and filtering, after being added succesively 10 volumes of water and of 5% $CCl_3COOH$. One cc. of the extract was neutralized with 0.5% NaOH and made to 2cc. with water and then 1cc. of 4% $Na_2CO_3$ was added to it. To the above solution, placed in ice bath over for 3 minutes, was added 1cc. of ice-cooled diazo-reagent and the solution was kept in ice bath. After cooling it for 3 minutes almost exactly, 7cc. of ethyl acetate was added to it and its solution was shaken vigorously for approximately 30 seconds. After brief standing, almost all of ester layer was taken and shaken with 5cc. of about 0.1% $Na_2CO_3$. After letting it stand, upper portion was taken and dried with granular anhydrous $Na_2SO_4$. Rose color of ester solution was immediately measured in colorimeter (filter 500m$\mu$, cell 10mm.). Diazo-reagent was freshly prepared by adding 0.2cc. of 5% $NaNO_2$ to 10cc. of ice cooled 0.1% *p*-nitroaniline in 0.1N HCl solution and in advance of its use it had to be kept in ice water.

前報[1]で *p*-nitroaniline を用いるヂアゾ反応によるヒスタミンのアゾ化合物が，特異的に醋酸エチルに移行する事を利用し，魚肉中のヒスタミンの検出法として実用出来る事を示した。しかし，この方法は半定量的に行い得るにしてもあくまでも検出法であつて，ヒスタミン量を問題にするためには更に正確な定量法にまで発展させる事が望ましい。

そこで引つづき同様の原理に基いて定量法とするための諸条件を検討した結果，主として呈色の安定化を計る事によつてほぼ目的を達する事ができた。即ち本文では魚肉中ヒスタミンの迅速定量法としての実用性について述べる。

1957 年 12 月 12 日受理

* 本文の大要は日本水産学会 (1955. 4. 東京) にて発表した。

## 実　　験

### 1. 定量操作

魚肉細砕物 1g に水 10cc 及び 5% 三塩化醋酸 10cc を順次加えて振盪沪過する[*1]。沪液 1cc[*2]を採り，0.5% NaOH で中和，更に水を加えて 2cc とする。之に 4% $Na_2CO_3$ 1cc を加えて氷水中に冷却する。3 分以上冷却後，氷冷ヂアゾ試薬[*3] 1cc を加え呈色させそのまま氷冷する。3～5 分[*4]後，精製醋酸エチル 7cc を加え約 30 秒激しく振盪，ヒスタミン (Hm) のアゾ化合物を抽出する。静置後，エステル層を採り，約 0.1% $Na_2CO_3$ 5cc で洗い，エステル層を無水 $Na_2SO_4$ で脱水速やかに比色する[*5](Filter 500mμ, Cell 10mm)。

### 2. Hm ヂアゾ呈色の安定化

一般に，ヂアゾ呈色は不安定であるから，之を一定の色度に於て抽出，更に比色までもつていかなければならない。そこで先ず，抽出以前のヂアゾ呈色の再現性及び安定度を見たところ，反応が室温で行われた時には不安定且つ再現性が少く，之を氷冷下に行つた時に良好な結果が得られた。且つその呈色度及びその安定するまでの時間は，アルカリ濃度によつて異なり，濃厚となるにつれて呈色度は低く，安定するまでの時間が長くなつた。よつて後述の回収試験の結果を勘案し，結局 4% $Na_2CO_3$ を用い，予冷 3 分以上，ヂアゾ呈色後 3～5 分に抽出溶剤を加える事にした。

次に氷冷後の呈色度は，室温放置によつて漸次減少し，特に Hm 濃度の高いときに大さかつた。よつて検液中の Hm 量は 20γ 以下を適当とした。かくて得られる抽出液の呈色度は Hm 濃度と直線関係になつた。尤も Hm 濃度の高い場合 (20γ 以上) の測定値は，やや低くなりがちであつたが，之は上述の結果からも推定される様に，濃厚の時の呈色の不安定と，抽出が完全に行われ難いためと思われる。

又抽出呈色液も室温放置によつて次第に色度を減じ，Hm 量の多い時程速かであつた。しかし，20γ 以下では 5～30 分安定であるから，測定には差支えないものと思われる。尤もヒスチヂン，或いは魚肉浸出液等と共存する時には，却つて安定度が増し実際上好都合となつた。之は Hm 以外のヂアゾ反応性物質がヂアゾ試薬を消費するためではないかと思われる。

要するに，この方法による測定には，Hm 量を 20γ 以下にし，且つ操作を出来るだけ敏速にする事が必要である。

### 3. 共存物質の影響

本法に対する影響物として先ず考えられるのはヒスチヂンである。前報[1]でも示した様にヒスチヂンが Hm 量の 10 倍程度共存する場合には全く影響しないが，更に濃厚の時には多少乍ら明らかに定量される程度のヒスチヂンアゾ色素の醋酸エチルへの移行が見られる。故に之を除くための稀 $Na_2CO_3$ 処理が必要となる。

そこでこの後処理を行うことにして，ヒスチヂン (200～800γ) の共存における Hm (2～20γ) の回収試験を行つたところ，回収率はヒスチヂンの共存量及び用いた $Na_2CO_3$ の濃度によつて異なり，5% 以上の $Na_2CO_3$ では 83～92%，4% $Na_2CO_3$ の場合にはヒスチヂン共存量 500γ 以下の時 93～98%，800γ の時は 81～85% の回収率を示した。(尚 $Na_2CO_3$ 3% 以下の時は，前項試験で例えば水層との分離相難等があり不適当であつた。) よつて本法定量条件としてはヒスチヂン共存量 500γ 以下，Hm 20γ 以下が適当という事になる。前述の操作条件は魚肉中ヒスチヂン量を 1,000mg % とみて，上述の点から設定されたものである。

次にヒスチヂン以外の魚肉中諸成分の影響をしらべた。その中影響の認められたものを Table 1. に示した。即ちチラミンはそれ自身の

**Table 1.** Influence of some substances on histamine estimation. (10γ histamine was added to each test solution.)

| Substances in test solution. | | Histamine recovered |
|---|---|---|
| Tyramine | 10γ | 108% |
| | 20 | 112 |
| Uric acid | 5 | 85 |
| | 20 | 62 |
| Thiamine | 5 | 96 |
| | 10 | 71 |

[*1] 冷水又は熱水抽出液を用い，次の中和操作を省いても，殆ど影響はない。[*2] この採取量は魚肉中のヒスチヂン量から，予定された量ので，之に相当する量又は之以下でよい。[*3] 0.1% *p*-nitroaniline の 0.1N HCl 溶液 5cc を 5 分以上氷冷後，5% $NaNO_2$ 0.1cc を加え混和，氷冷下に用いる。[*4] この間の一定時間を決めて正確に行う。[*5] 全操作を出来るだけ迅速に行う。

アゾ色素が多少移行するため幾分値を高めているが，その程度は僅かに過ぎない。又尿酸，チアミン等はその還元性のせいか，値を減少させ殊に尿酸のそれが大きいが，魚肉中の含量[2-4]では殆ど影響ないものと考えられる。尚，影響のなかつたものを下に示す（括弧内数値は Hm 10γ に対する共存量 γ)。チロシン (20, 40)，ロイシン (10)，シスチン (10)，システイン (10)，アルギニン (10, 200)，トリプトファン (10)，グアニン (10)，キサンチン (10)，アデニン (10)，ピリドキシン (10)，リボフラビン (10)，ニコチン酸 (10)，$NH_4Cl$, $NH_4OH$ ($NH_3$, 40, 100)，クレアチン (10)，クレアチニン (300)，尿素 (10)，乳酸 (60)，グリコーゲン (100)，イミダゾール酢酸 (20)，イミダゾールプロピオン酸 (20)。

**4. 従来法との比較及び回収試験**

本法の実用性を見るため，各種魚肉の細砕物を室温に放置して，その間の Hm 量を本法及び門田等[5]の分法によつて測定比較した。その結果の一部を Table 2. に示した。一般に本誌によつた値が幾分低い傾向が見られたが，ほぼ一致した。又，上の試験に平行して浸出液に Hm を加えたときの回収率 (Table 3.) は，Hm 量の多い場合に多少低い値を示したが，一般には良好な回収率が得られた。

**Table 2.** Comparison of estimation method, as to histamine in fish muscle.

| Fish species | Histamine value by (mg %) | |
|---|---|---|
| | author's method | KADOTA's method |
| Aji, *Trachurus* | 5.4 | 6.1 |
| *japonicus* | 48.0 | 50.2 |
| Saba, *Scomber* | 14.4 | 13.2 |
| *japonicus* | 328.0 | 334.0 |
| Iwashi, *Sardinia* | 29.0 | 31.2 |
| *melanosticta* | 146.0 | 135.0 |
| Sawara, *Sawara* | 24.0 | 26.9 |
| *niphonia* | 50.4 | 56.6 |
| Tai, *Pagrosomus* | 1.6 | 1.4 |
| *major* | 6.0 | 5.9 |

**Table 3.** Recovery of histamine from muscle extract.

| Fish species | Histamine (γ/cc) | | | Recovery % |
|---|---|---|---|---|
| | contained | added | found | |
| Aji, *Trachurus* | 2.0 | 10 | 12.4 | 104 |
| *japonicus* | 41.0 | 20 | 59.6 | 93 |
| Saba, *Scomber* | 3.6 | 10 | 14.0 | 104 |
| *japonicus* | 41.0 | 20 | 59.8 | 94 |
| Iwashi, *Sardinia* | 29.0 | 20 | 47.8 | 94 |
| *melanosticta* | 73.0 | 20 | 91.6 | 93 |
| Sawara, *Sawara* | 2.0 | 10 | 11.6 | 96 |
| *niphonia* | 24.4 | 20 | 43.8 | 97 |
| Tai, *Pagrosomus* | 1.6 | 20 | 21.2 | 98 |
| *major* | 6.0 | 20 | 26.6 | 103 |

## 考　　察

定量法としての条件はいうまでもなく，定量値の正確，操作の簡易な事である。その点，この実験の主目的が操作の迅速化にあつた様に，本法は特殊の器具，試薬を要せず，容易に実施でき，従来法に比し遙かに簡易化されていると思う。しかも定量値の特異性は実験 3. に示した様に非常に高く，僅かにチラミンが附加的，尿酸，チアミンが阻害的であるに過ぎない。それとても前者は Hm と等量共存しても僅かに 10% 前後の影響でしかなく，又考え様によつてはチラミンも又有毒アミンであるという点から品質判定の目的には却つて意味がある様に思われる。又，後の二者は，前述した様に魚肉中の含量が疑わしいか，或いは影響量よりも遙かに低く[2-4]，共に影響は考え難い。この事は実験 4. の回収試験の結果からも肯れる。

次に定量範囲と回収値が問題であるが，前述した様にこの点は共存するヒスチヂン量に影響される点が大きい。しかし，魚肉中のヒスチヂン量を 1,000mg % 以下と見た場合は前記の操作条件で充分満足できる定量値が得られるから，一般的には充分実用できるものと思う。勿論これ以上のヒスチヂン量の場合（ヂアゾ呈色で概算できる）は，試料液を稀釈すればよい。ただ，比較的新鮮な試料の場合の様な僅微なヒスタミン量 (1～2mg %) に対しては，検液中 1γ 以下の定量になるので測定値には多少の疑わしさがある。しかし五十嵐[6]によると，Hm の辛味知覚量は，10～20mg %，又清水等[7]によるとその中毒量は約 100mg % といわれるから，勿論その意味での定量には何ら差支えなく，食品衛生上からの品質判定等の目的は充分達せ

られると思う。

## 要　　約

1. 魚肉中のヒスタミンを迅速に定量する方法を示した。この分法は，*p*-nitroaniline を用いるヂアゾ試薬によるヒスタミンアゾ色素を醋酸エチルにて分離，抽出するのを原理とする。

2. ヒスタミンのヂアゾ呈色は，反応を氷冷下に行う事によつて再現性が得られる。且つヒスタミンアゾ色素の醋酸エチル中の呈色度は，ヒスタミン量に比例し，その1～20γの範囲で良好な直線関係が得られる。

3. 魚肉中の諸成分は，本法定量値に殆ど全く影響せず，良好な回収率を示す。

4. 本法は，従来法に比し殆ど遜色なく，操作の簡易，迅速なる点に於て優つている。

終りに，本文の御校閲を賜わつた北大教授小幡彌太郎先生に感謝の意を表する。又，貴重な試験標品を御分与下さつた千葉大学腐敗研究所の安藤宗八先生，及びその御斡旋の労を取つて下さつた同大学の福山正臣先生並びに本学部黒木助教授に併せて感謝する。

## 文　　献

1) 太田冬雄：本誌., **24**, 1～4. (1958).
2) 川島四郎：“水産講座”, 製造篇, 1巻, (1952), p. 57.
3) 小野豊樹：“ビタミンとホルモン”, (1952), p. 108.
4) 東　秀雄：“水産物便覧”, (1957), p, 226
5) 門田　元・井上淳太郎：本誌., **19**, 916～920 (1953).
6) 五十嵐彦仁：本誌., **8**, 161～164 (1939).
7) 清水　亘・日引重幸：本誌., **20**, 298～304 (1954); **21**, 365～367 (1955).

# 塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究—I.
## 塩素化の条件と生成物の性状について

鈴 木 康 策
(東京水産大学)

# Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—I.
## On the Process of Chlorination and Properties of the Product

Kosaku Suzuki

To open a new use of fish oil, the author obtains by chlorination of this material a resin-like substance that seems promising to be used as a main ingredient of coating like varnish.

Fish oil dissolved in carbontetrachloride is bubbled by a current of chlorine gas till no more chlorination goes on. The oil should have been refined with alkali beforehand; for, free fatty acids exert bad influence upon the yield and the solidity of the product.

The successful product is a white odorless powder that is soluble in most organic solvents except lower alcohols and ligroin. Though it is said that a highly chlorinated oil is unstable and sets free hydrogen chloride at ordinary temperature, the present product with about 60% chlorine is stable and considerably acidproof in usual conditions. It decomposes on heating to some extent and grows brown. When strongly heated, it decomposes to smoking, but not to burning. Its solution in toluene, for example, is quite transparent, slightly yellow and yields glossy, water-proof film with a high volume resistivity. It is durable to weathering tests and not corrosive at least toward iron, copper, and aluminium.

魚油から乾性油，ボイル油等のような塗料原料を製造することについては数多く研究されているが，魚油を塩素化してワニス等の塗料原料に適する樹脂状物質を製造することについては今迄研究されていない。魚油の塩素化については，1929年に広瀬，下村[1]が報告している。両氏によると魚油を塩素化すると，ヨウ素化が減少し，比粘度，屈折率および分子量が増大し，更に多量の塩素を作用させると，魚油は極めて粘稠なものとなり，これを常温に放置すると塩化水素を放出するとのことである。

油脂，脂肪酸等の塩素化については，村田[2]，松本，岩井[3]，K. Wekua, J. Bergmann[4]等の研究があるが，これらはいづれも常温において液状，あるいはかなりの粘稠性を有する塩素化物を得ているに過ぎない。

著者はワニス等の塗料原料に適する常温において固形を呈する樹脂状物質を得たいと考えて次のような研究を行つた。

### 実験および実験結果

#### I. 塩素化生成物の収量と塩素含有率との関係

温度計，冷却器，通気管をつけた三つ口フラスコに魚油（酸価 6.3，ケン化価 196.9）5.0g，，四塩化炭素 15cc を取り，50 ± 1°C の水浴上で加温しつつ，市販ボンベ詰塩素を硫酸洗気びんで洗浄し，洗速 60cc/min，室内散光下で5分～3時間半通気し，種々の程度に塩素化を行い，反応終了後，沸騰水浴上で加熱しながら減圧（3.5～4.0 cmHg）して揮発分を除き，残留物について塩素含有率を分析（カリウス法）した。

1957 年 12 月 16 日受理

**Table 1.** Chlorine content and yield of chlorination product

| Chlorine content | Yield $(A+x)$ of equation (1) | found |
|---|---|---|
| 16.5% | 6.0g | 6.0g |
| 24.7 | 6.6 | 6.6 |
| 34.5 | 7.6 | 7.7 |
| 40.6 | 8.4 | 8.3 |
| 46.4 | 9.3 | 9.4 |
| 49.9 | 10.0 | 10.1 |
| 55.4 | 11.2 | 11.1 |

$A$ g の魚油に $x$ g の塩素が吸収された時，塩素含有率が $M$% になつたとすれば，

$$x/(A+x) = M/100 \qquad (1)$$

の関係になる。ただし，水素の一部置換があるので，厳密にいえば両辺相等しくはならないが，水素原子と塩素原子の重量比から見てこの差を無視しても (1) 式は近似的に成立つであろう。(1) に分析値 $M$ を代入し，$A=5$ とおき，計算収量 $(A+x)$ を求め，実収量と比べると Table 1 のようになり，(1) の成立つことが解る。故に，収量の大小から塩素含有率の大小を推量することが出来る。従つて製造条件に関する実験では，簡単にするため反応条件の判定は収量の大小によつて行つた。

### II. 遊離脂肪酸，魚油の塩素化反応の条件

パルミチン酸（中和価 219.3，融点 61.8～62.2°C），オレイン酸（中和価 201.4，ヨウ素価 84.4），魚油（酸価 3.5，ヨウ素価 160.3，ケン化価 141.1）を各 10.0g 宛取り，塩素通気速度を 60cc/min. とし，温度，溶剤量，試料別等 Table 2 のように組合せ，実験操作は前項 I と同じく，塩素化反応が平衡に達した後，各収量を求め Table 3 に示した。数値の位置は Table 2 に対応する。なお塩素通気に伴つて反応液の温度は急変し，定温に保つことが困難であるから，外部水浴の温度を所定に保つた。反応が平衡に達した時は液温が外部水浴と一致し，反応終了の目安となる。Table 3 から検討すると，パルミチン酸や魚油に比べ，オレイン酸の場合は収量が少く，溶剤量を 20cc とするよりも，30 または 40cc とする方が収量が大で(以上判定の危険率 1%)，温度については 60°C の場合に最も収量が多いといえる(危険率 5%)。

**Table 2.** Design of chlorination

| Temp. °C / $CCl_4$ cc. | 80 | 70 | 60 |
|---|---|---|---|
| 20 | P | O | F |
| 30 | O | F | P |
| 40 | F | P | O |

P····palmitic acid　　F····fish oil
O····oleic acid

**Table 3.** Yields of chlorination according to Table 2

| Temp. °C / $CCl_4$ cc. | 80 | 70 | 60 |
|---|---|---|---|
| 20 | 19.8g<br>20.4 | 18.8g<br>20.3 | (22.4<br>22.8)g |
| 30 | 19.3<br>21.7 | (22.7<br>22.9) | (24.8<br>28.0) |
| 40 | (23.7<br>23.2) | (27.5)<br>23.9 | (21.8<br>23.2) |

( )····solid product

塗料の性質として乾燥性が重要であるので，生成物についてこの点を次のように試験した。すなわち，生成物 10g をトルエン10cc の割合に溶解し，ガラス板に流し塗り，ほぼ垂直に立てかけて室温に一夜放置後，塗膜が指触乾燥に達したものを Table 3 中 ( ) で包んで示した。これはまた常温で固体をなす生成物で，その大部分は魚油からの生成物である。上記乾燥試験において，生成物の流動性が大きい場合程，塗膜は乾燥しにくい。( ) で示したものの中でも魚油からの生成物は脂肪酸からのものよりも固く，塗膜の乾燥も早かつた。乾燥に際しては単に溶剤の蒸発が行われるのみであつて，固い塗膜を得るには生成物がもともと常温固体のものでなければならない。。魚油の場合でも塩素含有率 40.5% の生成物は固化がまだ分でなく，47.6% の場合は固体の生成物が得られ，これを前記同様に乾燥試験すると，1 日で乾燥塗膜を形成する。塩素含有率の大きい生成物程速かに乾燥塗膜を形成することが観察された。Table 3 は魚油，脂肪酸各別に塩素化した結果であるが，収量と乾燥試験とから見て，遊離脂肪酸は本製品の目的に対してはむしろ有害であると推察される。なお，上記実験温度は 60°C を最低で，しかも収量が最も多いので，反応の最適温度はもつと低いかとも思われる。この点を検討し，最適温度が 50°C であることを見た。

### III. 油脂の塩素化におよぼす遊離脂肪酸の影響

実験 II に見られるように脂肪酸は魚油よりも塩素化されにくいので，原料油が遊離脂肪酸を混有している時もやはりその影響が現われると思う。故に種々の油 10.0g 宛を用い，塩素通気速度 45cc/min，その他 II の最適条件によつて塩素化し，収量と原料油の酸価を対応して見ると，Table 4 のように，1.5 時間における収量から判断して（危険率 1％）も，酸価の大きなサンマ油が他の酸価の小さい油より反応しにくいことが認められ，更に平衡時における収量は酸価の小さい場合程多い。遊離脂肪酸の影響が明かにうかがわれる。これを更に確かめるために，アルカリ精製したメカジキ油（酸価 1.78）とメカジキ油の混合脂肪酸（または Table 2 のオレイン酸）を混合したものを塩素化し，平衡時の収量を求め，Table 5 に示した。すなわち，魚油中に遊離脂肪酸が混在すれば収量が減少する。また生成物の乾燥試験の結果，脂肪酸が混入する程乾燥性の悪くなることが分つた。

**Table 4.** Yields of chlorination products of different oils

| | | Oil of | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cotton seed | Sword fish | Soy-bean | Saury |
| Yields | after 1.5 hours reaction | 16.4g | 16.3g | 16.4g | 15.8g |
| | | 16.4 | 16.1 | 15.6 | 15.3 |
| | | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 15.6 |
| | | 16.1 | 16.5 | 16.3 | 15.8 |
| | | 16.1 | 15.9 | 16.1 | 15.4 |
| | at equilibrium | 24.9 | 24.0 | 22.1 | 20.6 |
| Acid value of oil | | 0.7 | 3.0 | 7.9 | 24.9 |

**Table 5.** Composition of samples for chlorination and yields at equilibrium

| Composition of sample | | | Yield |
|---|---|---|---|
| Mixed fatty acid | | Refined oil of sword fish | |
| 5.0g | + | 0g | 10.1 |
| 3.5 | | 1.5 | 10.7 |
| 2.0 | | 3.0 | 11.3 |
| 0 | | 5.0 | 13.1 |
| Oleic acid 2.0 | | 3.0 | 12.8 |

### IV. 魚油塩素化物の性状

以上の諸結果を参照して製造した魚油塩素化物は原料魚油の性質に従つて多少その性質を異にすることも考えられ，かつワニス等の塗料原料用の樹脂として十分なものではなく，試製の段階を出ないが，その長所短所を見るため，一試製品についてその性状を調べた。本品と類似の物質として飽和炭化水素の塩素化物（商品名エンパラ 70）が市販されているから，本品とその性状を比較し，異る点のみ参考として記述する。

**A. 塗膜の乾燥について**　トルエン 10cc に対し試料 10g の割合で溶解したものをガラス板に塗り，13～20°C の室温で乾燥し，塗膜の重量変化を見ると，Fig. 1 のようになる。対照として塗料用アマニ油を用い，かつ試料，対照とも溶剤を用いない場合の重量変化を併記した。本試料をトルエン溶液として塗布した場合は塗膜の乾燥とともにその重量が漸減するのみでアマニ油のような重量増加は見られず，また溶融塗布した場合は重量変化がない。本試料はは常温固体でヨウ素価が 0 である点からも想像されるが，ただ単に溶剤の蒸発によつて乾燥塗膜が型成せられ，アマニ油の場合のように酸化重合は起こらないものと思われる。塗膜は極めて光沢あるものである。

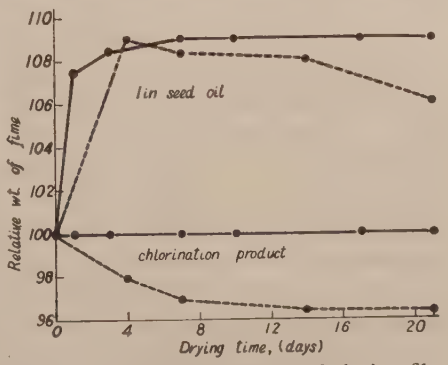



**Fig. 1.** Change in weight of drying film
--- Solution, sample 1g: toluene 1cc, initial wt. of film ca. 0.05g
—— Sample only, without toluene, initial wt. of film ca. 0.13g

**B. 耐熱性**　魚油を常法によつて塩素化した後，メタノール中に加えて塩素化物を沈殿させ，これを風乾して得た粉状のものを試料として用いた。試料 1g ± 0.5mg を直径 5cm の秤量管に取り，表面をなるべく平坦にして加熱し，重量の減少率を求め Fig. 2 を得た。エンパラ 70 についても 80°C, 130°C 加熱の場合を示したが，本試料に比べて加熱減少量が少い。加熱によつて失われるものの中で塩素の占める割合

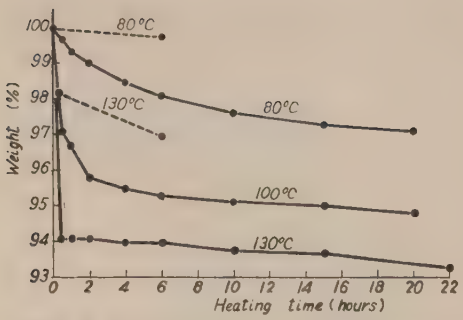



**Fig. 2.** Weight decrease of sample caused by heating (initial wt. 1g)
—— Sample --- empara 70

は Fig. 3 のように変化する。加熱減少率が大になると，発散するものの大部分は塩素であることが分る。しかし，試料が 6.5% 減少した時にその中の 74%，つまり試料の 4.8% の塩素が失われるに過ぎず，このためには 130°C 約18時間加熱しなければならない(Fig. 2)。この点から見れば加熱による分解はそれ程甚しいものではなく，広瀬[1]等の得たものより遙かに安定なものである。耐熱性としてはむしろ試料が焦げることが問題であり，これは 80°C で加熱した場合でも逐時明かになつて行くことが観察された。エンパラ 70 の加熱によつて失われるものは殆んど塩素のみである (Fig. 3)。

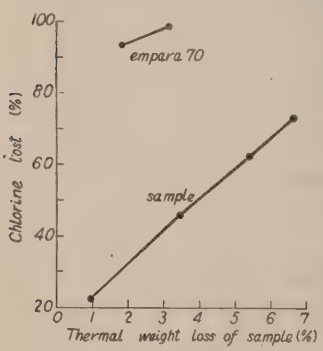



**Fig. 3.** Chlorine share in the decrease of sample weight

**C. 耐酸，耐アルカリ性**　水酸化ナトリウム水溶液の濃度，温度によつて差はあるが，試料は（エンパラ 70 も）それによつて分解され耐アルカリ性は期待出来ない。酸による分解を見るため，粉状の試料 0.5g に酸水溶液（対照として水）20cc を加え，放置して液中に分離される塩素イオンを硝酸銀で検出した結果を Table 6 に示す。温度による影響が明かであり，本試料はエンパラ 70 より耐酸性が強い。

その他，主な性質を Table 7 に掲げた。

**Table 6.** Detection of chlorine ion liberated by acid

| Acid | Temp. °C | Conc. N | Time hour | $Cl^-$ | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| Water | 30 | —— | 24 | − | |
| (control) | ca. 100 | —— | 1 | − | |
| | ca. 100 | —— | 2 | + | |
| Sulfuric | 30 | ca. 36 | 24 | − | |
| | 50 | 〃 | 6 | + | Sample |
| | 50 | 4 | 24 | − | |
| Nitric | 30 | ca. 23 | 24 (week) | − | |
| | 30 | 〃 | 1 | + | |
| | 50 | 1 | 24 | + | |
| | ca. 100 | 1 | 1 | + | |
| Water | ca. 100 | —— | 0.5 | − | |
| | 〃 | —— | 1 | + | |
| Sulfuric | 50 | 4 | 5 | + | Empara 70 |
| Nitric | 30 | ca. 23 | 24 | ± | |
| | ca. 100 | 1 | 0.5 | + | |

**Table 7.** Properties of the present sample and empara 70 (shown in parenthesis)

| | |
|---|---|
| Appearance | White odorless powder |
| Chlorine content | 60.1% (70 ± 2%) |
| Specific gravity at room temp. | 1.5 (1.6~1.7) |
| Mean molecular wt. | 1000 (1063) |
| Solubility at 25°C | grams soluble in 100cc of |
| (1) below 0.001g | methyl-, etnyl-, butyl-alcohols, ligroin |
| (2) 2g | turpentine oil |
| 0.1g | oleic acid |
| (3) ∞* | chloroform, carbontetrachloride, trichloroethylene, acetone, benzene, ethyl acetate, toluene, xylene, ethyl ether, fish oil, lin seed oil |
| | Empara 70 is soluble in all proportions in above-mentioned solvents except alcohols, but the solution is not transparent. |
| Combustibility | incombustible |
| Melting point** | 53~54°C (62~63°C) |

* soluble in all proportions

** the lowest temperature at which opaque particles of the sample set slightly on a deck glass become transparent in 30 minutes. Once the particles become transparent they do not return to be opaque on cooling. A microscope can be successfully used to observe whether sample particles are transparent or not.

次に塗料としての基本的性質を見る意味から，試料のトルエン溶液（濃度は特に記さぬものにおいては，4g/10cc）を作り，主として（次の＊印のもの）JIS-K 5560 に従い次の諸点について試験した。

**透明度*** 濃度の大小にかかわらず透明
エンパラ 70 は不透明

**色数*** 濃度 40g/100cc の時 40
100g/100cc 〃 50

**粘度** 20°C において約 3.3cp.
エンパラ 70 は約 2.0cp.

**乾燥時間***

指触乾燥 濃度 40g/100cc の時，1時間
100g/100cc 〃 3 〃

硬化乾燥 40g/100cc 〃 3 〃
100g/100cc 〃 11 〃

**屈曲試験*** 甲法合格，乙法不合格

**耐水試験*** 甲法合格，乙法不合格

**耐揮発油試験*** 合格，エンパラ 70 は不合格

**耐テレビン油試験*** 不合格

**体積固有抵抗** $1.04\times10^{15}\Omega$-cm (15°C) JIS-C 2103 による。エンパラ 70 は $3\times10^{14}\Omega$-cm

**耐候試験** 合格，ASTM, D 822-46T による。

**塗膜硬度** 振桿硬度[5] 78, 80°C 2時間乾燥後塗膜の厚さ 0.08～0.1mm のものにつき測定した

**光沢度** high gloss, ASTM, D 523-52 によつて入射角 60° の反射光沢を求めた。同標準の 83 以上である。測定試料は "flat" な（gloss value 2 以下）平面に塗布し，60°C で乾燥した場合も，120°C 3時間加熱した場合も同じ結果を示した。

**金属に対する腐食性** なし

表面を磨いた銅，鉄およびアルミニウム板につき Table 8, A, B, C 三通りの処理を行い，30 日放置後外観の変化および各片重量の減少を調べた。Table 8 のように組合せて重量減少を見たが，普通の化学天秤の精度から見て，B, C の場合腐食を受けぬものと見てよい。A 処理の場合のみ重量減少が明白であるが，塗料使用上このような処理を受けることはない。ただし，溶液として保存する場合，容器の腐食が考えられる。外観は A の場合のみ光沢が失われ，B, C の場合は何等変化がなかつた。

**Table 8.** Decrease in wt. (mg) of metallic plates after 30 days standing in corrosive test

| Standing at | Test plates: Fe | Cu | Al |
|---|---|---|---|
| 4°C ～ 9°C | B 0.1 | A 1.0 | C 0.1 |
| | −0.1 | 0.8 | 0.1 |
| | 0.1 | 0.6 | 0.1 |
| 20°C | A 0.8 | C 0.2 | B 0 |
| | 0.6 | 0.2 | 0 |
| | 0.5 | 0.3 | 0 |
| 40°C | C 0 | B 0.2 | A 0.2 |
| | 0.2 | 0 | 0.2 |
| | 0.2 | 0 | 0 |

treating method of test plate ($2\times2cm^2$)
A: kept in toluene solution of the sample, conc. 4g/10cc
B: dried at 40°C for 2 hours after being painted by dipping in the above solution and treated twice
C: kept in toluene (control for A)

## 考　　察

魚油が遊離脂肪酸を含む場合は塩素化率が低下するので，原料油は塩素化に先立ちアルカリ精製しなければならない。塩素含有率の低い場合は常温で固体にならない。然るに，固体の塩素化物でなければ，塗布した場合硬い塗膜を造らないから，そのためには塩素含有率が大きいこと，すなわち結局は原料油の酸価が

小さいことと，ヨウ素価が大きいことが必要である。何故ならば，トリステアリンの塩素化物は固化せず粘稠なものであり[4]，ヨウ素価が大きくても，脂肪酸の塩素化物は本実験のように十分固化せず，乾燥性に乏しいからである。Table 3 右下のように，脂肪酸の塩素化物でも，良好な乾燥性を持つ場合もあるが，魚油からのものに比べれば劣つている。魚油は一般にヨウ素価が大きいので，予め遊離脂肪酸を除去すれば，本製品の良い原料になるものと思われる。魚油臭は全く消失する。従来，油脂の塩素化物は常温でも塩化水素を放出する不安定なものであり，塩素含有率の低い程安定性を増すと見られていたが，ここに製造した塩素化物は従来のものと著しく異り，塩素が容易に分離しないので，金属に対する腐食性もない。

終りに，御指導を仰いだ東京工業大学舟木教授，および校閲をお願いした本学野中助教授に対し深く感謝します。

## 文　　献

1) 広瀬正雄・下村恒夫： 工化 **32**, 233 (1929).
2) 村田久人： 特許出願公告，昭 30-613.
3) 松本常太郎・岩井信次： 工化 **43**, 24 (1940).
4) C, A, 11752f (1953) [K. Wekua, J. Bergmann: Farbe u. Lack, **59**, 267～271, 311～316(1953)]
5) 井上幸彦： 繊維誌，**6**, 150 (1950).

# イカ肉ミオシン区蛋白の特異性について—Ⅰ.
## ミオシン区蛋白の沈澱性状の時間的変化*

右田正男・松本重一郎・青江憲道**・最首とみ子***
(東海区水産研究所)

# On a Specific Behavior of "Myosins" of Squid Muscle—Ⅰ.
## Precipitability of "Myosins"†

Masao Migita, Juichiro J. Matsumoto, Norimichi Aoe** and Tomiko Saishu***

It was found in preliminary experiments that "myosins" of squid muscle are apt to become soluble at lower ionic strengths ($I$) and often escape from estimation (Table 1). The present work was planned to comfirm this and to find factors involved in this change.

The muscles of different freshness were extracted with KCl-phosphate buffer of $I$=0.6 and pH~7.5, myosins in the extract being determined by dilution method in three ways, immediately after the extraction, after keeping it at 30°C. for 2 hr., and after 2 day cold storage. In every case, myosins were precipitated at pH 6.5, 7 and also 9 (Fig. 1).

Myosins of squid was found to become less precipitable, unless the extract was diluted immediately after extraction. This change was more marked in media of pH higher than 7, and when the used muscle was not fresh (Figs. 3 and 4). Consequently in determination of myosins in squid muscle, myosins should be precipitated immediately after extraction and at pH near and not excceeding 7.

Observation of streaming birefringence of the extract suggested that asymmetry of dissolved proteins might hardly change even under the above condition which causes decrease of precipitability of myosins in the extract.

With carp muscle, on the other hand, no such marked change in amount of precipitating myosins was observed (Figs. 6 and 7).

† A protein fraction which precipitates at lower ionic strenghts ($I$=0.05~0.2) from salt-extracts was called here "myosins".

肉中の蛋白質の組成を知ることは魚介肉の肉質の特性とその変化を認識するための出発点といえる。肉の蛋白組成を定量するためには Weber[1] ら Smith[2] やが行つた方法が最もよく知られているが近くは Hasselbach ら[3] や Robinson[4] の方法もある。又 Dyer ら[5] は Smith の方法の一部を改めた方法によつて cod 肉を分析し，この方法は他の研究者[6][7]によつても用いられた。

われわれははじめイカ肉の蛋白組成の概要を知るべく，Smith にならい 10 % KCl, 7 % LiCl 等の溶液によつて蛋白を抽出し，これを 10 倍に稀釈して生ずる沈澱をミオシン区蛋白****とし，沈澱せる部分を非ミオシン区蛋白として分画定量を試みた処，Table 1 の如く肉蛋白は多量に抽出されたにも拘らず，ミオシン区蛋白は甚だ少い結果をえたので，はじめはこれがイカ肉の蛋白組成の特徴であるかと考えた[9]。北林[6] も Dyer らの方法による分画を試みてイカ肉のミオシン区が異常に少いことを報じた (Table 1).

1957 年 12 月 20 日受理
* 東海区水産研究所業績 B 第 277 号，昭和 30 年 4 月日本水産学会年会にて講演，
** 現所属 関東有機株式会社. *** 現所属 西海区水産研究所，旧姓新井. **** ウサギやコイの場合にはこの分画にミオシン (Weber[8] の L-ミオシン) とアクトミオシンが共に含まれる。

**Table 1.** Amount of myosins in squid muscle obtained by dilution methods in earlier studies

| Extractant | Extracted proteins* | Condition of precipitation | Myosins precipitated* | Note |
|---|---|---|---|---|
| 7% $LiCl_2$ ($I$=1.65) | 73 | $I$=0.165 | 14 | The authors |
| | 69 | $I$=0.165 | 0 | 〃 |
| 10% KCl ($I$=1.34) | 72 | $I$=0.134 | 17 | 〃 |
| | 65 | $I$=0.134 | 20 | 〃 |
| 5% NaCl+0.02 M $NaHCO_3$ ($I$=0.88)** | 58 | $I$=0.088 | 9 | 〃 |
| | 57 | $I$=0.088 | 45 | 〃 |
| 5% NaCl+0.02 M $NaHCO_3$ ($I$=0.88)** | 97 | $I$=0.088 | 9 | KITABAYASHI[6] |

* Figures denote percentage to total muscle proteins.

** DYER's solution, whose pH was not kept stable beneath pH 7.8 in spite of the conditions recommend by DYER for keeping it between 7 and 7.5.

しかしながら数多くの実験を繰返した結果，イカ肉抽出液には本来ミオシン区蛋白が少ししか含まれていないのではなく，実験条件によつては多量のミオシン区蛋白がえられることが判つた。この点に注意しつつ観察を進めた結果，稀釈時のミオシン区蛋白の沈澱性は肉の鮮度，抽出後稀釈までの保存温度，時間，沈澱時の pH 等の諸因子が関係しているように見えたので，これらを一括して検討するためこの実験を行つた。

上記の如き実験条件によるミオシン区蛋白値のかかる変化は畜肉についても魚介肉についても報じられた例がないが，それが果してイカ肉ミオシン区蛋白の特性であるか否かを確かめるために魚介肉の中で比較的よく研究されているコイ肉[10][11][12][13]を選んで対照とした。

## 実　　験

### 実 験 法

**実験材料**　スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP は1月に直鶴に於て定置網で漁獲された体重 333～370 g のもの4尾（♂2，♀2）を，捕獲1時間後に魔法瓶中に氷蔵し，それより4時間後，まだひれや上皮の色素細胞が刺戟に対する反応性を残している間に外套膜をとり剝皮した。この試料を低温区（−3～+1°C）と，常温区（10～17°C）に分けて保存し，一定時間毎に各々の区から試料を切りとつて，後に記す如き抽出と分画定量を行つた。

コイ *Cyprinus carpio* は生きている個体（♀），体重 755 g のもの1尾を実験の開始直前に断頭して殺し，背側筋をとり出し，上と同じように低温区（4～4.5°C）と常温区（8～16°C）に分けて保存し，同様な実験を行つた。時期は2月であつた。

**抽出法**　肉を包丁でたたき，10.0 g を採取し，乳鉢ごくごく，氷冷 KCl-リン酸塩緩衝液（イオン強度，$I$=0.45+0.15=0.6，pH 7.5）200 ml を加え，氷浴を付けた簡易ブレンダー[14]によつて 10 分間抽出し，3～10°C の室で 4,000 r.p.m.（1,500～2,800 $g$）にて 20 分間遠心分離し，抽出液 $L$ をえた。

ここに緩衝剤としてリン酸塩を用いたのは，後述の如く稀釈液の pH を 6～9 の間で調節するためには従来筋肉蛋白の溶解のために度々用いられている緩衝剤の中でこれが最も適当であると考えられたからである。

**抽出液の処理**（Fig. 1）　抽出液 $L$ を3分し，無処理区（A）は抽出液の遠心分離を終るや否や直ちに分画定量を行い，加温区（B）は抽出液を 30°C の温浴中に3時間保した後に，冷蔵区（C）は抽出液を氷と共に魔法瓶中で2夜（46～48時間）保存した後に各々次の分画定量を行つた。

**分画定量法**　抽出直後の抽出液（$LA$），又は抽出後夫々の処理を施した抽出液（$LB$ 及び $LC$）より各

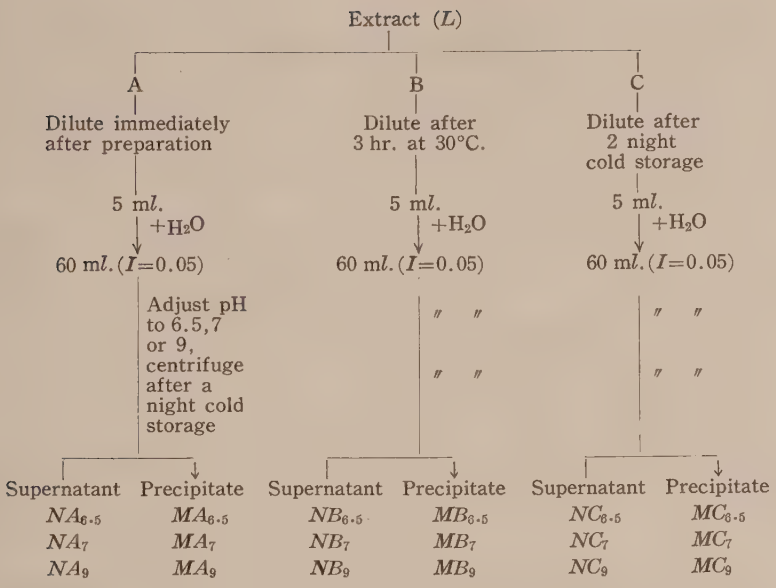



**Fig. 1.** Treatments of muscle extracts and fractionation.
Figures suffixed denote pH values where "myosins" are precipitated.

3ケの試料を 5 m*l* ずつとり，これに冷蒸溜水 55 m*l* を加え $I=0.05$ とし，各々の pH をガラス電極 pH メーターで測りながら 0.1 N HCl 又は 0.1 N NaOH を加え，3ケの稀釈液の pH を 6.5, 7 及び 9 に合せ，1夜（18～20時間）冷蔵後 4,000 r.p.m. で 20 分間遠心分離し，得られた沈澱に 0.1 N NaOH を加え一定量の溶液として定量しミオシン区 ***M*** とし，上ずみを非ミオシン区 ***N*** (***L*−*M*** より算出）とした。また稀釈液の pH は1夜冷蔵中に移動して新たな平衡に達するので遠心分離後に再び測定した。

結果はいずれも一般に肉中全蛋白に対する百分比で表わした。

ミオシン区蛋白を沈澱せしめるための イオン強度 (***I***) として SMITH[2] は 0.134～0.165, DYER ら[5] は 0.088 を用いているが，ウサギやコイのミオシンは $I=0.04$～$0.05$ のときに塩溶 (salting-in) がはじまるといわれ[8][15]，イカ肉においてもコイ肉においてもミオシン区蛋白は一般に $I=0.1$ よりも $I=0.05$ の方が溶解度の小さいことが実験的に確認されたので[16][17][18]，$I$ が 0.05 となるような稀釈条件を選んだ。

**定量法**　一般に前報[18]と同じ方法によつた。

pH の測定には Beckman G 型ガラス電極 pH メーターを用い，又試料とした肉の鮮度の目安として微量拡散法により揮発性塩基N を定量した。

## 実 験 結 果

**イカ肉**　実験のはじまりにはイカ肉は極めて新鮮で皮膚は鮮かなとび色であり，肉質は透き通るようであつた。これを低温区と常温区の2群に分けて保存し，実験開始当日の他に低温区では2日，4日，及び8日後に，常温区では1日及び3日後に肉片を切りとつて分析を行つたのであるが，日を追つて用いられた肉は次の如き五官的変化を示した。

常温区では2日目に既に透明度を失い白色となり，表面には僅かに水分が分離し，4日目には分離水分は著しくなり，且つ僅かに腐敗臭が認められた。低温区では3日目にもまだ透明度が残り，5日目に白色不透明となり水分の分離も僅かに認められたが，腐敗臭は9日目にも感じられなかつた。これらの変化に対応する pH と揮発性塩基N の変化を参考のために掲げると Fig. 2 の如くであつた。

新鮮時の全N は 3.30 %，全蛋白は 15.2 %，蛋白態N／全N は 0.730 であつた。

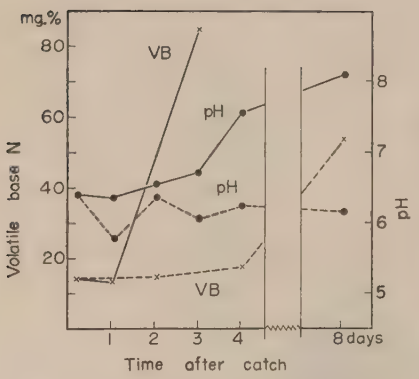



**Fig. 2.** Changes of pH (●) and of the amount of volatile base-N (VB, ×) during the storage of squid muscle. Full line, at room temperature; broken line, cold storage.

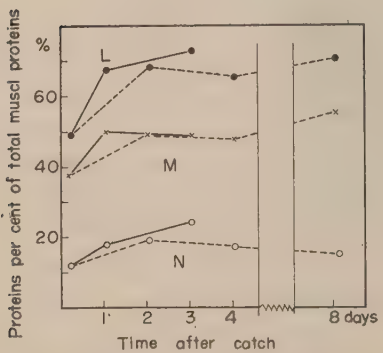



**Fig. 3.** Changes of protein fractions during the storage of squid muscle.
*L* (●), extractable proteins;
*M* (×), myosins at pH~6.5;
*N* (○), non-myosins (*L*–*M*);
full line, at room temperature;
broken line, cold storage.

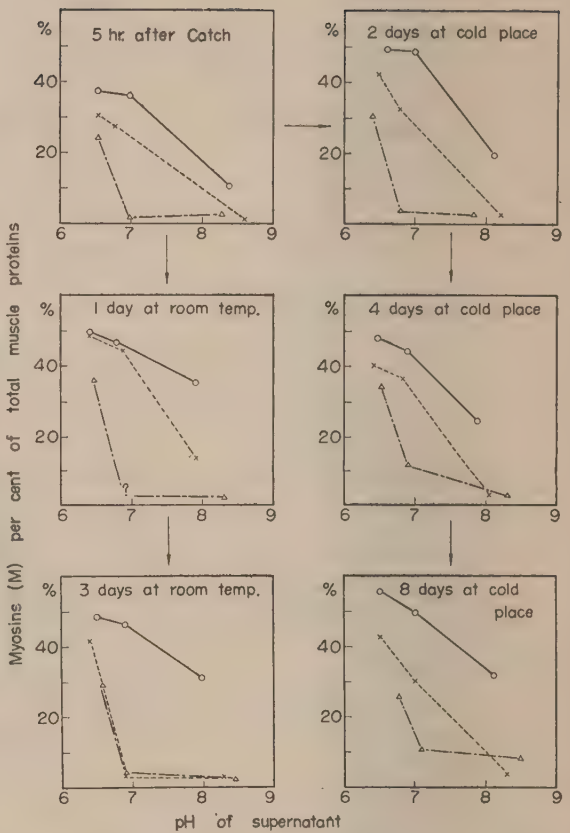



**Fig. 4.** Changes of the yield of myosins with treatment of extracts and with variation of freshness of material squid muscle.

Description in each partition reffers to the freshness of material muscle from which each extract was obtained.

Curve ——○——, amount of myosins precipitated immediately after extraction (*MA*);

Curve ------×------, amount of myosins precipitated after keeping extract for 3 hr. at 30°C. (*MB*);

Curve -——△-——, amount of myosins precipitated after keeping extract for 2 days in ice-box (*MC*).

**蛋白溶出量**　肉蛋白溶出量と原料肉の鮮度との関係は Fig. 3 曲線 *L* の如く，原肉を放置すると抽出される蛋白の量は増加するが，その増加は肉の放置温度が高いほど速い。

**ミオシン区蛋白量**　上の抽出液の各々を Fig. 1 の如くに処理してえられるミオシン区沈澱の量と平衡後の上ずみの pH との関係を図示すると Fig. 4 がえられた。

一口にいえばイカ肉は個体の死後時間の経過と共に KCl 溶液への溶解性を増すが，この抽出液から稀釈法によって沈澱するミオシン区蛋白の量は，抽出直後に稀釈した場合には原肉の鮮度の影響を余り受けないのに反し，各々の抽出液を短時間加温し，又は2夜冷蔵した後に稀釈した場合には原肉の鮮度が下るに従つ

て著しく減じる傾向が認められる。

**コイ肉**　断頭して殺した直後に採取した肉は淡赤桃色で半透明のものであつた。これを保存すると常温区では2日目に肉質がやや軟くなり，4日目にはかなり軟化したが，低温区では3日目に少々の，5日目にはつきりと軟化が認められた。肉色は常温区で5日目に変化がはじまつたが，常温区でも低温区でもそれぞれ実験に用いた範囲，即ち夫々4日目，9日目までは腐敗臭は全く認められなかつた。

これらの試料の pH と揮発性塩基 N は Fig. 5 の如くであつて，どちらの場合にも腐敗は著しくないことがわかる。

この肉は新鮮時に全 N 2.49 %，全蛋白 14.0 %，蛋白態 N/全 N 0.904 であつた。

**蛋白溶出量**　さて，これらの肉試料からの蛋白の溶出量は Fig. 6 の曲線 *L* の如くであつて，これはイカ肉の場合 (Fig. 3) と同様に鮮度の低下とともに溶出量が増加することを示し，そしてその増加の速さは室温の場合の方が著しいことを示している。

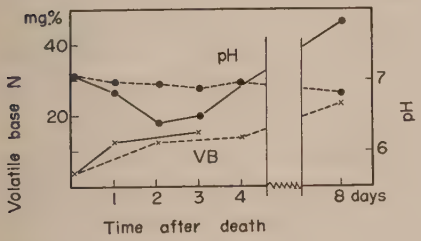



**Fig. 5.** Changes of pH (●) and of the amount of volatile base-N (VB, ×) during the storage of carp muscle. Full line, at room temperature; broken line, cold storage.

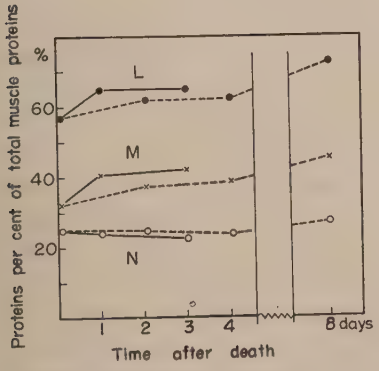



**Fig. 6.** Changes of protein fractions during the storage of carp muscle.
*L* (●), extractable proteins;
*M* (×), myosins;
*N* (○), non-myosins (*L*–*M*);
full line, at room temperature;
broken line, cold storage.

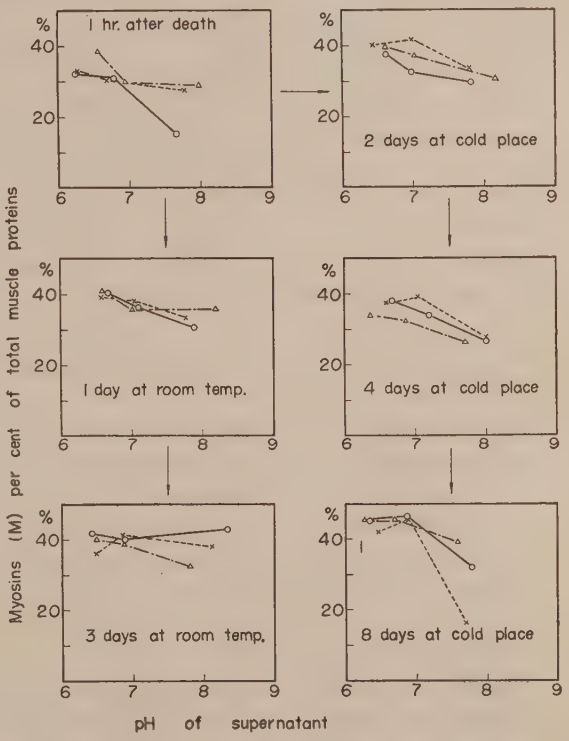



**Fig. 7.** Changes of the yield of myosins with treatment of extracts and with variation of freshness of material carp muscle.

Description in each partition refers to the freshness of material muscle from which each extract was obtained.

Curve ——○——, amount of myosins precipitated immediately after extraction (*MA*);

Curve - - - ×———, amount of myosins precipitated after keeping extracts for 3 hr. at 30°C. (*MB*);

Curve -·—△-·—, amount of myosins precipitated after keeping extracts for 2 days in ice-box (*MC*).

**ミオシン区蛋白量**　各々の抽出液をイカ肉の場合と同様に処理してミオシン区蛋白を定量したがその結果は Fig. 7 の如くなつた。これによればコイ肉のミオシン区蛋白は pH が高くなると共に沈澱し難くなる点は概ねイカの場合と同様であるが，各々の抽出液を加温又は冷蔵処理したときの影響はみかけのミオシン区蛋白量が減る方向に変つた例もあれば，増えた例もあり，何れにしてもその変化はイカ肉の場合に比べて著しく少く，殊にpH 6.5～7 の間の沈澱量は抽出液の前処理の影響を受けることが少いようである。

## 考　　察

**1)　ミオシン区蛋白の沈澱性**　コイ肉のミオシン区蛋白は試料とする肉の鮮度，抽出後稀釈沈澱までの時間，保存温度等によつてその沈澱性にさのみ大きな影響を蒙らないが，イカ肉のミオシン区蛋白は抽出後稀釈沈澱を速かに行わないと沈澱量が減じ，また肉の鮮度が低下する程その影響が著しいことが知られた。はじめに述べたように初期の実験ではイカ肉のミオシン区蛋白が甚だ少なく定量された例もあるが，この原因は，これらの実験は夏期に行われたものが多く，従つて原肉の鮮度は必ずしも優良ではなく，実験中の温度管理には，水浴や冷蔵庫を用いる等一応の注意はなされていたがそれ以外の注意が不充分であつたためであろう。特に抽出液からミオシン区蛋白を沈澱せしめる場合に抽出後時を移さず稀釈沈澱を行うことの重要性に気付かなかつたことと，抽出液を稀釈したままで pH を調節しなかつたことの影響が大きいと考えられる。

pH の調節が必要なことはいうまでもないが，動物の種類によつてはイカ肉のようにこれに対して特に敏感なものがあるので，一定の分析法をただ形の如くに踏襲するだけではいけないことが明らかになつた。

ここに観察された如くミオシン区蛋白が不安定であつて，ともすれば非ミオシン区蛋白 $N$ の方に混入して定量値を混乱させ易いことは恐らくイカ肉の特性の一つであろう。先に有田ら[19)21)]は水溶性蛋白の性質に於てもイカ肉に特有な一連の事実を発見したが，塩類溶液によつて抽出されるミオシン区蛋白にもこのように著しい特性があるように考えられる。

**2)　稀釈沈澱を行う pH 及びイオン強度**　Fig. 4 と Fig. 7 に於て pH～6.5 の沈澱量は多くの場合 pH～7 の沈澱量よりも僅かに多いことは，pH～6.5 に於ける方がミオシン区蛋白がより完全に沈澱せしめられていることを示すであろう。SARKAR[21)]によるとウサギ肉においても，0.05 M の KCl 存在の下におけるミオシン及びアクトミオシンの最大沈澱点は明かに pH 7 よりもやや低い。

WEBER[24)]によれば非ミオシン区蛋白に属するミオゲンの等電点は pH 6.3 であるが，その pH に於てもミオゲンは高濃度の $(NH_4)_2SO_4$ の存在によつて沈澱せしめられているのであつて，ただ pH を等電点にもたらしただけではミオゲンは沈澱しないはずである。故に Fig. 4 及び 7 に於て pH～6.5 で沈澱量がふえているのはミオゲンの混入のためではない。

SMITH[2)]はウサギ肉のミオシン区蛋白の精製試料の KCl，又はLiCl 抽出液を pH 7 で $I = 0.134$(KCl)～0.165(LiCl) で沈澱せしめ，又 DYER[3)] は cod 肉の同様試料の NaCl 抽出液を pH 7，$I$=0.088 で沈澱せしめたが，いずれもミオシン区蛋白の中の 12 % が上澄中に残存すると報じ，この補正項を加えて抽出液中のミオシン区蛋白の値とすることを推奨している。前述の如く沈澱時のイオン強度を 0.05 附近にもたらせば 0.1 附近の場合よりも沈澱が増え，また pH を～6.5 に下げることも Fig. 4 及び 7 にみられる如く沈澱量を増加せしめるから，$I$=0.05 に於て pH～6.5 に下げた値をみれば，上の補正項の値はもつと小さくなると考えられる。

**3)　原肉の鮮度とミオシン区蛋白量との関係**　Fig. 4 及び Fig. 7 の図上より Fig. 1 の $MA_{6.5}$ に相当する値をとつて原肉の鮮度との関係を求めると Fig. 3 及び Fig. 6 の曲線 $M$ が得られる。これによればイカ肉に於てもコイ肉に於ても極めて新鮮な肉に比べ，死後時間を経過した肉ではミオシン区蛋白 $M$ の量が増し，その増し方は肉を常温で放置したときの方が低温で放置したときよりも速かである。既に実験結果の処で記した如く，イカ肉でもコイ肉でも，2日目以降の試料は1日目の試料に比べて肉質が軟くなつていたから，これがミオシン区蛋白の溶出量の増加の主な原因であろう。

**4) 非ミオシン区蛋白の量**　ミオシン区 $M$ の変化即ち曲線 $M$ を抽出液中に溶出した塩溶性区 $L$ の変化即ち同じ図の曲線 $L$ と比較すると，夫々の図に於て室温又は低温における夫々の曲線 $L$ と $M$ の間にほぼ平行関係がみられる。従つて非ミオシン区蛋白 $N=L-M_{6.5}$ の値を図に示すと Fig. 3 及び Fig. 6 の曲線 $N$ のようになる。このことから，塩溶性区蛋白 $L$ が死後肉の放置中に増加するのは，主としてミオシン区蛋白 $M$ が溶け易くなつたためであつて，非ミオシン区蛋白 $N$ は原肉の鮮度がごく良い場合でもはじめからその大部分が溶出することが推定される。

Fig. 6 のコイ肉では $N$ は全蛋白の 23～27 % であつてその中低温区 9 日目の値を除けば 23～25 % に入るからこの値が肉中の非ミオシン区蛋白の量にほぼ相当するものと考えられる。

一方イカ肉 (Fig. 3) では常温区でも低温区でも肉の放置とともに $N$ の値が増加しており，はじめ肉中全蛋白の 12 % であつたものが常温区 4 日目では 24 % にまで増加している。この中でどの値が新鮮なイカ肉中の真の含量に相当するかを定めるべき根拠は今日未だ不充分であるが，沈澱性の低下した $M$ が $N$ 中に混入しているおそれもあるのでミオシン区蛋白の沈澱量—pH 曲線 (Fig. 4) に著しい変化を示しているような肉（常温区 4 日目，低温区 9 日目）はまず除外するならば，$N$ は 12～19 % の間となる。

**5) イカミオシン区蛋白溶液の SB の変化**　イカのミオシン区蛋白が抽出液に溶解した状態で保存されると，初めに比べ沈澱し難く，即ち溶け易くなることは，その間にミオシン区の蛋白分子自体の状態が何等かの変化を蒙つたことを示している。これに関して抽出液の流動複屈折 (SB) の強さについての次の如き観察は蛋白分子の分散状態についていささか示唆を与えるようである。即ち 1 日目のイカ肉よりえた抽出液を (a) そのまま，(b) 30°C に 30 分加温，(c) 4 日間冷蔵したものについて夫々 0.5 M KCl で 2 倍ずつの階段稀釈を行つて SB のつよさをしらべると，(a) と (b) とは同じ強さの SB を示し，4 日間冷蔵したものは却つて SB がつよい。

次に各抽出液を水で階段稀釈を行うと SB は (a)＜(b)＜(c) の順となり，また (a) は 4 倍，(b) は 8 倍の稀釈液を 1 夜放置すると蛋白の沈澱が生ずるが，(c) は 16 倍にうすめても沈澱を生ぜず蛋白は安定なゾルを作つていた。

2 日目以降のイカ肉からえた抽出液では抽出直後に水で稀釈したときも 0.5 M KCl による場合と大体同じ強さで SB が認められ一夜後にしらべると蛋白が沈澱している場合と沈澱していない場合とが認められた。水で稀釈した場合の安定度は前述の如きミオシン区蛋白の沈澱性の変化の別の一面であるが，かくの如く沈澱性に著しい変化が認められるにかかわらず SB の変化はこれにくらべるとごく少い。このことはイカ肉抽出液の取扱い方によつて沈澱性が変化するときにも蛋白分子に非対称度を減ずるような変化が起つていないことを示唆している。

SB の黒十字像を検出しうる最低蛋白濃度はイカミオシン区蛋白の 0.23～0.75 mg/m$l$ に対し，コイ肉では 0.7～2.3 であつて，イカ肉より SB が弱いと考えられる。コイ肉の抽出液を 0.5 M KCl 又は水で階段稀釈すると後者の方が SB が弱い目であり，かつ蛋白は 1 夜後に沈澱しており，抽出液を加温又は冷蔵した場合にもその沈澱性に変化がなく，SB の強さにもあまり変化が認められなかつた。

## 要　　約

1. 鮮度の異なるイカ肉及びコイ肉を KCl 溶液 ($I$=0.6, pH 7.5) で抽出して塩類抽出液 $L$ をえ，これから種々の条件の下でミオシン区蛋白を稀釈沈澱 ($I$=0.05) させ，その結果を比較した。

2. イカ肉の抽出液を調製後速かに稀釈沈澱させた時にくらべ，抽出液を 3 時間 30°C に加温，又は 2 夜冷蔵後に稀釈沈澱させた場合には，そこに沈澱するミオシン区蛋白 $M$ が少量となる傾向があらわれ，かつこの傾向は肉の鮮度が低い程著しいことが判つた。

3. コイ肉のミオシン区蛋白の沈澱量は抽出液の稀釈時期，稀釈前の処理，肉の鮮度によつて特に一貫した傾向の変化を示さず，その変化の度もイカ肉の場合に比べて無視すべき程少なかつた。

4. 実験の結果に基きイカ肉及びコイ肉の塩類抽出液中蛋白の分画定量法の実験条件及び結果の解釈につ

いて考察した。

## 文　　献


1) WEBER, H.H. and MEYER, K,: *Biochem. Z.*, **266**,, 137～152 (1933).
2) SMITH, E.C. Bate-: *Proc. Roy. Soc.* (*London*), **B 124**, 136～50 (1937).
3) HASSELBACH, W. and SCHNEIDER, G: *Biochem. Z.*, **321**, 461～75 (1951).
4) ROBINSON, D.S.: *Biochem. J.*, **52**, 621～8 (1952).
5) DYER, W.J., FRENCH, H.V. and SNOW, J.M: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **7**, 585～93 (1950).
6) 北林邦次: 北水研々究報告, No. 11, 102～4 (1954).
7) NIKKILÄ, O.E. and LINKO, R.R.: *Food. Res.*, **19**, 200～5 (1954).
8) WEBER, H.H. and PORTZEHL, H.: Advances in Protein Chemistry, **7**, 161～247 (1952).
9) 右田正男: 本誌, **18**, 558～68 (1953).
10) 森高次郎・浅川末三: 本誌, **12**, 62～72 (1943).
11) 須山三千三: 本誌, **15**, 507～14 (1948).
12) ROTH, E: *Biochem. Z.*, **318**, 74～94 (1947).
13) HAMOIR, G.: Advances in Protein Chemisthy, **10**, 227～88 (1955).
14) 松本重一郎: 化学の領域, **9**, 202～3 (1955).
15) BAILEY, K.: "The Proteins", Vol. II, Part B, Academic Press, NewYork (1954) p. 961.
16) 松本重一郎: 日本水産学会年会発表, 1957 年 4 月 3 日 (印刷中)
17) 石野あや子: 未発表; MATSUMOTO, J.J., 本誌, **24**, 19～26 (1958). に引用
18) 右田正男・松本重一郎・: 本誌, **22**, 561～8 (1957).
19) MIGITA, M. and MATSUMOTO, J.J.: 本誌, **20**, 641～52 (1954).
20) MATSUMOTO, J.J.: 本誌, **23**, 92～104 (1957).
21) SARKAR, N.K.: *Enzymol.*, **14**, 237～45 (1950).
22) WEBER, H.H.: *Biochem. Z.*, **158**, 443～72 (1925).

# 抄　　録

**湖氷下の魚類の動静**　J. GREENBANK: *Copeia*, **1956** (3), 158～162 (1956)　氷で掩われた湖に於ける魚類の動静に関する知見は比較的少ない。1947年の1月9日から2月20日まで，Wisconsin 州の Target 湖で罠に依る実験が行われた。罠は Mississippi 河に通ずる水路に設けられ，罹つた魚類・水位・氷上の積雪の高さ等が日々調査された。期間中に計 3,328 尾が得られ，此の 80% 余を black crappie (*Pomoxis nigromaculatus*)，ナマズの1種 (*Ameiurus natalis*)，アミア (*Amia calva*) の3種が占め，残余には他の 20 種が含まれていた。

魚類の運動が湖から外に向うか，水路から湖の方に向うかが，流向や溶在酸素量の多少に依つて強く影響される事はない様である。照度が氷の下の魚の活動の主な要因と考えられ，氷上の積雪が厚ければ，魚の運動が著しかつた結果を得た。積雪が7吋になつてから実際の漁獲の増大迄には時日の“ずれ”が認められたが，漁獲量の最高に達してからは，短時日で減じた。照度の減少と魚類の動きとの因果関係を証明するのには，統計的に資料が十分でなく，一層の知識を要する。以上の外，気温・水温・気圧等の要因説も紹介批判され，1表1図，文献6篇が掲げられている。(妹尾)

**毒性物質 (Sarin) の存在下における魚類の酸素消費量**　C. M. WEISS and J. L. BOTTS: *Sewage and Industrial Wastes*, **29** (7), 810～818 (1957)

実験魚には Fathead minnow *Pimephales promelas*, Green sunfish *Lepomis cyanelles*, Goldfish *Carassius auratus* を用い，円型ガラス水槽 (12*l*) に pH 7.5，アルカリ度 10～15 p.p.m. の軟水を満し，プラスチックのカバーで密閉した。毒物として Sarin (Isopropyl methylphosphonofluoridate) を必要量 (10～40 p.p. billion) 加え，$KH_2PO_3$ によつて加水分解を抑え pH 6.5 に調整した。観察は実験魚 10 個体の 50% が反応するのに要する時間を測り，酸素消費量は水槽水 125 ml を採取し，Winkler 法によつて定量した。結果は，Sarin の存在下で，溶存酸素量 2～8 p.p.m. の条件で，体重 (1～4 gr.) が大になるに従つて，毒物に対して反応するのに時間を要し，酸素消費量は体重による相違が少ない。実験魚を別の水槽に分離して蓄えた後 (2～21 日) に試験すると毒物に対する反応はより時間を要し，酸素消費量は減少するという馴化の現象がみられた。水温との関係では魚の種類，大いさにかかわらず，17～24°C の範囲で，酸素の消費量が著しく変化した。(草下)

**錬新中層曳トロール**　W. E. BARRACLOUGH and W. W. JOHNSON: *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, No. 104, 1～25 (1956)

150～175 馬力の船で水深 50 尋までの錬を漁獲するために設計された2本の曳網を持つ一艘曳中層トロールに対して構造図及び操作の詳細が明らかにされた。最高の曳網速度を得るためにナイロン網で作られ，コッドエンドで最小目合は $1^1/_4$ インチが使われた。網は長さ10尋のベンナントの終端につけられた特製の曲つた2つの鰭のあるオッターボードにより拡げられる。網の材料及び降属物 (網，糸網，浮子，オッターボード，デプレッサーを含めて) の価格は約 1,500 ドルであつた (これには正規の曳網は含まない)。労賃はその上に加えられる。この網を用いた錬漁の予備試験では宵のうち及び日出の直前が最も効果的であることが知れた。深さ 15～35 尋において 15～20 分曳で，20～30 屯の漁獲をあげた。この際の錬群は音響測深器で位置が知られ，そしてそれらは 5～10 尋の厚さであつた。僅かな漁獲をしたのは，夜遅く 15 尋以浅の層で又日中鰊が海底に近づいた時とであつた。然し，日中でも大きな漁獲も少しはあげられた。この曳網は魚を 50 或いは 60 屯獲るべく仕建てられた。然し注意深い操作を行えば，100 屯までの量はうまく陸揚げされ得るだろう。(本多)

**曳行中での曳網の水中撮影**　Scoffish Home Department's Marine Laboratory, Scotland: *World Fishing*, Dec. 1952.　Danish seine の曳航中での網の状態並びに曳網進路中，嚢中，魚捕部中の魚の行動を見るため潜水による網の水中撮影を行つた。試験漁場は底質泥，魚はカレイ類が主である。写真及び潜水による観察の結果，魚の行動に関しては次の知見を得た。まずどの魚でも曳網方向の海底上を網と同じような速度で移動する一般的行動型があること。この場合，各群毎にある距離を保ち個体間でも grand rope の前面では 5～10 yard の距離を保つている。魚群が grand rope の上面にある時はいつでも漁獲は有効に行われるようで，大部分は網の移動方向に体位を保ちつつ徐々に嚢の中に入り網口から逃れることは殆んどない。嚢や魚捕部に入つても曳網方向に体位を保つ。魚群の最大の集中は grand rope U 型の中心部で見られる。魚捕部に入つた魚の大部分は網目に密接に接触し網端を探す様に見える。カレイ類の小さいものは魚捕部のよく開かれた網目から速やかにしかも殆んど傷害なく逃がれて行くのを観察した。網漁具の曳網状況も亦観察された。曳網が曳行され始めは網のふくらみが漸次増し両袖と肩口 (網口部) は狭くなつて行く。速度のおそい段階では rope と海底は接触を保つが，速度を増すと両袖は近づき網全体が漸次海底より離れる。網目は網の各部分とも概して曳網中は菱形をなしていた。(野村)

**2種のミジンコのポピュレーション間の相互作用**　P. W. FRANK,: *Ecology* **38** (3), 510～519 (1957)

著者は前に属の異つた2種のミジンコが混棲しないことを報告したが，本報告では天然において競争関係にあると考えられ，また，種の識別の比較的容易な *Daphnia magna* と *D. pulicaria* とを用いて実験を行つた。先ず，それぞれの単一種飼育を行つて増殖状態を観察した。次に，藻類を餌として両種の混合飼育を行うと，*D. pulicaria* は増殖するが *D. magna* は結局死滅してしまう。酵母を餌とすると，*D. pulicaria* は混合飼育をした場合の方が単一種飼育の場合より速やかに増殖し，この際にも *D. magna* は負けてしまう。これらの場合における制限因子としての酸素量および餌について検討し，雄個体を生じる条件について考察した。なお，このような種群間の競争を問題にする場合には，元気な個体の数よりも，むしろ耐久卵殻の数をみる方が意味があると思われる。(日比谷)

**ソーセージに対する燐酸塩の作用 II. パイロットプラントによる燐酸塩の結着性及び発色に対する研究** C. E. SWIFT and Rex ELLIS: *Food Technology* **11**, 450～456 (1957). 畜肉ソーセージ(燻煙・蒸気加熱) の結着性及び発色に対する curing 剤燐酸塩の効果を 12.5～25 lb. の規模で研究した。結着性は加熱中の歩減り，製品の抗張力の測定から判断した。普通使う curing 剤 (NaCl, $NaNO_3$, $NaNO_2$, 砂糖) のうち結着性，保水性に関係するのは NaCl のみである。燐酸塩 (ピロ燐酸ソーダ，メタ燐酸塩) を入れると結着性をますことが抗張力の測定から判る。また燐酸塩は細切中の温度の上昇を抑える。加熱中の歩減りに対しては普通加熱 (内部温度 150°F) では燐酸塩の効果は特にみとめられないが，異常な高温加熱 (160°F) では歩減りを減少させる。肉の発色に対しては燐酸塩は促進させることさえあるが，迅速製造のフランクフルトソーセージの場合のように発色を防止することもある。このように燐酸塩の効果は製造条件によつて著しく影響される。(岡田)

**クロマトグラフによる水産動物油脂成分の確認** M. F. SORRELS and R. REISER: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **34**, 131～134 (1957). 通常，水産動物油脂中に含まれるトリグリセライド，ビタミン A，7-デヒドロコレステロール，ビタミン $D_3$，コレステロール等の脂質についてガラス繊維濾紙を用いたペーパークロマト法を行い，それらの Rf 値を求め，更にニシン油，タラ肝油を試料としてカラム及びペーパークロマト法を組合せて Rf 値を求めた結果，この方法はこれ等脂質の定性的な確認法としては成功したが，正確な定量法には至らなかつた。(山川)

**魚肉の圧出液—VI. タラ肉圧出液の電気泳動的分析** J. J. CONNELL: *J. Sci. Food Agric.*, **8** (12), 701～6 (1957). 新鮮なタラ (cod) 肉の圧出液は主に細胞間液漿を含むが，ある凍結条件では細胞の破壊を起し，desoxypentose nucleic acid の如き細胞内物質が圧出液に含まれることが BANKS (1955) や LOVE (1955) によつて見出されたことに関連し，種々の条件の肉から得られた圧出液の電気泳動的分析を行つた。泳動条件はイオン強度 0.05 (燐酸緩衝液)，pH 7.4, 6.20～7.61 V/cm によつた。新鮮肉又は3日氷蔵後の肉より得られる圧出液はほぼ同じ蛋白組成を示し，タラ肉の低イオン強度 (0.05, pH 7.4) における抽出液の場合の成分 1, 4, 5, 6, 7 に相当する5つの成分の他に成分4より速い別の成分が認められ，成分 EF と命名された。圧出液を水に透析すると多量の沈澱が生ずるが，成分 EF は沈澱せず，又 $(NH_4)_2SO_4$ の 50% 飽和で，成分 EF は沈澱する。既知試料と混合し泳動せしめた結果によれば成分 EF は血清アルブミン，G-アクチン，トロポミオシンの何れでもなく，圧出液の粘度から考えてミオシンでも F-アクチンでもない。易動度の点で近い PERRY (1953) の Pseudoglobulin と血清 β-グロブリンも諸種の事情から同じものでないらしい。実験結果に基き成分 EF の本体と肉中の如何なる部分の液が圧出液となるかを論議したが何れも確説がえられなかつた。(松本)

**ガンマー線の殺菌作用に及ぼすカタラーゼの影響** N. J. WILLIAMS and L. L. KEMPE: *Appl. Microbiol.*, **5**, 366 (1957). 放射線の殺菌機序については2通りの考えがある。一つは放射線が遺伝子を直接不活性化するため菌が死滅するとの考えであり，他の一つは遺伝子以外の菌体又は培地成分のイオン化により毒性物質が出来，ために殺菌効果を生ずるとの考えである。菌体の主要成分は水であり，水は放射線照射によつて過酸化水素を生成する。この過酸化水素は放射線の殺菌作用と密接な関係があるといわれている。著者はカタラーゼ添加によつて過酸化水素の殺菌作用が減殺される事実より，ガンマー線の殺菌作用に対するカタラーゼの影響を調べ，ガンマー線の場合も過酸化水素の場合と同様，カタラーゼ添加により殺菌作用が低下することを確め，放射線の殺菌機序が主として毒性物質の生成によるとの考えを支持している。則ち，*Cl. botulinum* と菌種未同定の嫌気性菌2株の胞子浮遊液に結晶カタラーゼを添加し，コバルト60のガンマー線を5万から120オレツブ照射した場合，菌死滅の低下が見られ，照射8時間後 (120 万オレツブ) の残存菌数は対照の約 1000 倍であることを報告している。(山田)

**稀釈液に於ける細菌の急速な死滅とその防除法** R. P. STRAKA and J. L. STOKES: *Applied Microbiology*, **5**, 21～25 (1957). 食品の生菌数の測定を平板培養法によつて行う際に稀釈液として一般に水，食塩水及び燐酸塩緩衝溶液等が用いられているが，冷凍鳥肉パイを試料とした実験によれば細菌は上記稀釈液中で急速に死滅するのをみた。即ち蒸溜水では 40～60% が 20 分以内に，90% 以上が1時間で死滅した。燐酸塩水においてもある場合には 20 分以内に 20～30%，更に1時間では 80% も死

減した。故にこれ等の稀釈液を用いれば菌数の測定値に大きな誤差を生ずる。稀釈液として0.1% ペプトン水を用いれば細菌の死滅を防ぐ事が出来，且つ1時間程度では細菌数の増加を来さぬ事を知つた。酵母エキス，加水分解カゼイン，グルタミン酸及びグリシン等の0.1% 水溶液も同様に細菌を保護する効果が認められた。(堀江)

**エビ貯蔵に対する薬品氷の品質保持効果** E. A. FIEGER, M.E. BAILEY and A.F. NOVAK: *Food Technology*, **10**, 578～583 (1956). エビの場合，品質保持ということは単に鮮度が保持されればよいのではなく melanosis をも防止されなくてはならない。このため各種濃度の C. T. C. 氷，$NaHSO_3$ 氷，Ascorbic acid-Citric acid (8: 92) 氷，C. T. C. + $NaHSO_3$ 氷，酸性氷 (pH 5)，Fran-Kem 氷，Tannic acid 氷，塩氷 ($NaCl+CaCl_2$) 等の薬品氷で氷蔵試験を行つた。C. T. C. (10 p. p. m.) 氷は対照に比して腐敗を 2～4 日間遅延させることは出来るが melanosis の防止効果がない。この点 $NaHSO_3$ (1,000～1,500 p. p. m.) 氷は有効であり，又防腐効果も C. T. C. (10 p. p. m.) 氷と殆んど変らず優れているが，多少問題点がないでもない。塩 (NaCl 20,000 p. p. m. + $CaCl_2$ 20,000 p. p. m.) 氷は鮮度保持効果はあるが C. T. C. 氷の場合と同様に melanosis の防止には効力がなく，又其の他の試験された薬品氷は事実上効果が認められなかつた。この外，エビの鮮度判定法についても多少触れている。(野中)

**ブラウンマス卵発生の化学** A. M. PHILLIPS, D. R. BROCKWAY and G. C. BALZER: *Progressive Fish-Culturist*, **18**, 104～7 (1956). 光線制御法によつて通常より約1ケ月産卵期を早めたブラウンマスの3年魚より得た卵につき発生中の水分，蛋白，灰分，脂肪，脂肪の沃素価，卵重量を測定している。卵は受精後4週間で発眼し，6週間で孵化するが，水分ははじめ徐々に減少し孵化後急に増加する。蛋白の増減はそれと全く相反する。灰分は発生中殆んど変らず，脂肪は4週間までやや減少し，後増加すると述べられている。沃素価は 134～157 で変動の傾向がはつさりしない。(須山)

**紅藻よりコレステロールの分離** K. TSUDA, S. AKAGI and Y. KISHIDA: *Science*, **126** (3279), 927 (1957). コレステロールを植物体より分離した報告は未だないが，著者等は紅藻類に属する数種の海藻にコレステロールが存在する事を発見した。アカバギンナンソウ *Rhodoglossum pulchrum* の粉末をベンゼンで3回煮沸抽出し，暗褐色の粗脂肪 (試料の1.1%) を分離し，これを鹸化して後不鹸化物を分離した (粗脂肪の 12～13%)。不鹸化物のメタノール溶液を冷蔵庫に放置すると粗ステロールの結晶が析出する (不鹸化物の 55%)。精製したステロール及び各種誘導体の化学的性質は純コレステロールのそれと全く一致した。なおテングサ科に属するマクサ，ヒラクサ，オバクサ，オニクサ及びユイキリよりもコレステロールを分離する事が出来た。(荻野)

**カルノシン，アンセリン，ヒスチジン，N-メチルヒスチジンの分離定量法並びに各種筋肉中の含量** C. L. DAVEY: *Nature*, **179**, 209～10 (1957).

スルホン化ポリスチレン樹脂を用いて上記のイミダゾール化合物を分離する場合，pH 8～9 でイオン強度の低い緩衝液を用いれば最もよく分離するが，この pH の範囲ではアミノ酸が樹脂中に存在する痕跡の重金属と complex を生じ回収率が著しく低下する。そこでこの反応を防止するため緩衝液に sodium diethyl thiocarbamate を添加し満足すべき結果を得た。定量法: STEIN, MOORE の方法に準じて Dowex 50-X 4 のカラム (50 × 0.9 cm) より 0.03% の sodium diethyl thiocarbamate を含む 0.2M 硼酸緩衝液 (pH 8.0) を用いて分離溶出せしめ，ニンヒドリン法で比色定量する。

本法により各種動物の諸筋肉中の含量を調べた処，例外はあるが鶏の胸筋や兎の腰筋及び最長筋の如き所謂 "white muscle" にはアンセリンが多いがカルノシンは少く，逆に鳩の胸筋や兎の半腱様筋の如き "red muscle" には両ペプチツドともに少く，兎及びネズミの心筋には何れも認められなかつた。一方，前駆物質のヒスチジン及びメチルヒスチジンはどの筋肉にも存在しなかつた。また両ペプチツドが少いが全く存在しない筋肉ではこれらに富む筋肉より遊離の酸性及び中性アミノ酸量が多い傾向が見られた。(鴻巣)

**ヘモシアニンによる $H_2O_2$ の分解** F. GHIRETTI: *Archives of Biochemistry and Biophysics* **63**, (1) 165～176 (1956). ヘモシアニン (Hcy) を軟体類 (*Octopus vulgaris*, *Helix pomatia*)，甲殻類 (*Palinurus vulgaris*, *Maja squinado*) の血液から超遠心等によつて単離 (あるものは結晶化) し，その $H_2O_2$ 分解作用 (catalase 的作用) の存否を検した。その結果によると凡ての Hcy に本作用が見られたが，これが血液の catalase (free の又は Hcy に結合したもの) によらぬことは pH-活性曲線の相違 (至適 pH は Hcy では 6.5, catalase は 6～8) や基質濃度の影響の相違から明かである。即ち高濃度の $H_2O_2$ は一般に catalase の作用を阻止するが Hcy ではこれが阻止されない。Hcy のこの catalase 的作用は Cu の存在による。Hcy を KCN によつて Cu-free にすると殆んど catalase 的作用が失われるがこれに Cu を付加して復元すると始の活性を取戻した。Hcy の catalase 的作用は species によつて強弱があり Cu 1 原子当りに換算して比較すると *Helix* Hcy は *Octopus* Hcy の 41% にとどまる。又 *Maja*, *Palinurus* 等の Hcy は *Octopus* Hcy の 3% にすぎない。なお無機の Cu 及び Cu-edestin は殆んど本作用を示さないが，Cu-arginine は *Octapus* Hcy の 81% であつた。Cu-

arginine のこの著しい catalase 的作用は Hcy 中に arginine の比較的多く含まれる事実(12.3%)に徴して注目に値する。(橋本)

**熱処理メンヘーデン油の毒性** R. H. COMMON, E. W. CRAMPTON, F. FARMER and A. S. W. De FREITAS: *The Journal of Nutrition*, **62** (3), 341～7 (1957). 市財メンヘーデン油(沃素価 180, 鹸化価 188) 500g を 275°C で炭酸ガスを吹込みつつ 15 時間熱処理した重合油の尿素附加体生成劃分(AF) はネズミに無害であるが, 非生成劃分 (NAF) およびこの蒸溜物 (NAFD) は毒性を示した。飼料中 10% (20%) 投与時における飼育ネズミの 28 日間の生存率は, AF 100 (100), NAF 90 (0), NAFD 60% (10%) である。これは先に CRAMPTON ('53, '56) が熱重合亜麻仁油のこれら劃分に認めたと同程度の毒性であつた。(佐伯談)

**ウバウオ目のモノグラフ** J.C. BRIGGS,: *Stanford Ichthyological Bulletin*, **6**, i～iv+1～224, fig. 1～114, Map. 1～15. (1955). 全世界のウバウオ目魚類について, その分類, 進化及び地理的分布を論じている。分類の項では 1 科 8 亜科 (新亜種 5) 33 属 (新属 13) 93 種及び亜種 (新種 21, 新亜種 4) を記載している。日本産の 4 種は従来は何れも *Aspasma* 属とされていたが, 本篇ではウバウオ *A. minima* (Döderlein) のみをそのままとして, 他はそれぞれアンコウバウオ *A. laticephala* Tanaka を新属 *Conidens*, ツルウバウオ *A. ciconiae* Jordan et Fowler を新属 *Aspasmichthys* に入れ, ミサキウバウオ *A. misakia* Tanaka は *Lepadichthys frenatus* Waite の Synonym としている。(中村)

**フロリダ州産魚類の目録とその分布** J.C. BRIGGS: *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Science*, **2** (8), 223～318, fig. 1～3. (1958). フロリダ州産の全魚種 (1120 種) を沿岸 (603 種), 遠洋 (110 種), 遠洋深海 (103 種), 底棲 (118 種), 汽水 (98 種) 及び淡水 (88 種) の 6 区域に大別して, それぞれの区域に属する種数を科別に表示している。地理的分布については熱帯全域に亘つて分布する 105 種のうち 74 種 (70.5%) がフロリダ州水域に産し, その大部分は遠洋性か或は遠洋深海性, フロリダ州の固有種は 85 種で, そのうち 63 種 (74.2%) は沿岸性であると記している。更に沿岸魚, 淡水魚及び汽水魚の分布につき詳述し, 最後に同州産魚類の目録を載せている。(中村)

**海藻及び海藻粉のカロチン含有量** ARNE HAUG & BJØRN LARSEN.: *Norwegian Inst of Seaweed Research Rep.* 16. 1～19 (1957). Norwey 近海産の紅藻 16 種, 褐藻 10 種のカロチン含有量を分析した。褐藻は β-カロチンだけであるが, 紅藻は β の isomer だけか α, β の両者を含有する事をみた。紅藻 1 種, 褐藻 3 種の 1 カ年半にわたる毎月の含有量消長を調べた処, 月々変動するが, それに規則性は見られなかつた。褐藻 *Ascophyllum* で個体の差, 年令の差, 体部の相違等によるカロチン含有量を比較したら, 体部の相違による違いは見られなかつたが, 大きい体よりも小さい物, 若い物に含量多い傾向がみられた。生育場所による相違もみられ, 栄養分の多いと思える水域産に多かつた。

褐藻 *Ascophyllum*, *Fucus* の meal を混入した飼料で rat を飼い V.A. 検定をしたらカロチン以外には A 作用をする物質がなかつた。藻 meal の乾燥過程や貯蔵中におけるカロチンの減消状況を詳細に調べたら, 減消して行く経過は種類によつても違うが *Pelvetia* を例外として, すべての物で野外乾燥中における消失が大きく, 乾燥期間を短かくし雨よけをすると良い事, 室内, 80°C での乾燥は損失がない事等が分つた。貯蔵中の消失工合も種類で少し違うが, 乾燥時の条件が貯蔵中の安定性に影響する事がみられた。*Fucus* では貯蔵中の安定性が悪く, 乾燥時の条件には安定性は余り影響されないが, 室内放置で乾燥した方が結果が良かつた。*Ascophyllum* でも室内乾燥が良かつたが室温以上にすると悪く殊に 80°C 乾燥は悪るかつた。(新崎)

# 雑　　録

## ○4月理事会

**1. 開催日**　昭和 33 年 5 月 6 日

**2. 場　所**　東京水産大学会議室

**3. 出席者**　田内会長，関根編集長，大島副編集長，理事 18 名

**4. 会長及び編集長挨拶**

**5. 議　事**

a. 会費の送金について。

会費の送金宛先が不同のため種々不便があるので，今後研究の上適切な処置を講ずることにした。

b. 入会希望者承認　個人会員　20

賛助会員　2

c. 年会記念号について。

昭和 33 年度年会委員長久保氏から年会経費残余金を学会に寄附したき申出があり，受入使途について協議せる結果，年会記念号を発行することに定め，詳細については今後研究することにした。

d. 雑誌交換について。

外国との図書交換3件を決定した。

1. 水生生物学集刊（中国科学院図書館）
2. The Bulletins and Miscellaneous Publications of the University of Michigan Institute for Fisheries Research.
3. The Bulletins of the Central Leather Research Institute. (Madras)

**6. 報　告**

海洋総合研究所創設に関し，学術会議における通過経過について森氏代理鴻巣氏より報告があつた。

# 日本水産学会々則

## 総則

第 1 条　本会は日本水産学会と称する。

第 2 条　本会は水産学の進歩並に水産に関する知識の向上と普及を図るのを目的とする。

第 3 条　本会は前条の目的を達するために次の事業を行う。

1. 水産に関する学術研究会，講演会，談話会，及び分科会等の開催。
2. 会誌（日本水産学会誌）の発行。
3. 学術上，応用上功績顕著なものの表彰。
4. その他前条の目的を達するために必要な事項。

第 4 条　本会の事業年度は毎年 4 月 1 日に始り翌年 3 月 31 日に終る。

## 会員

第 5 条　会員には次の 4 種がある。

1. 普通会員　2. 団体会員　3. 賛助会員　4. 名誉会員

第 6 条　普通会員は水産学を修めた者又は本会の趣旨に賛成する者。
団体会員は本会の事業に関係する研究・教育機関で本会の趣旨に賛成するもの。
賛助会員は本会の趣旨に賛成し事業を援助するもの。
名誉会員は水産学の功労者で，評議員会で推薦された者。

第 7 条　本会に入会するには会員 2 名の紹介により本会に申込み，理事会の承認により決定される。

第 8 条　会員は会費として次の金額を前納しなくてはならない。会員には会誌を毎号 1 部づつ配布する。

1. 普通会員　会費 1 年　1,200 円
2. 団体会員　会費 1 年　3,000 円
3. 賛助会員　会費 1 年　10,000 円
4. 名誉会員　会費　　要しない。

第 9 条　本会の会則に背き又は本会の名誉を損う行為のあつた会員は，評議員会の決議によつてこれを除名する。

第 10 条　会費を滞納した会員は，評議員会の決議によつてこれを除籍することが出来る。除籍された者で滞納会費に相当する金額を納めるときは，会則第 7 条の手続を経て再び入会を許すことがある。

## 役員及び委員

第 11 条　本会には次の役員及び委員を置く。

1. 役員：　会長 1 名，副会長 1 名，評議員 50 名，編集長 1 名，副編集長 1 名，編集理事 36 名（一般関係 18 名，化学関係 18 名）。会計理事 2 名，庶務理事 3 名，監査 2 名。
2. 委員：　学会賞詮衡委員（委員長 1 名，副委員長 1 名，委員若干名）。

第 12 条　評議員は毎年総会前に各支部別に選出する。但し次の者は定員外評議員とする。

1. 副会長，支部長，編集長，副編集長，学会賞詮衡委員長，同副委員長，年会大会分科会の委員長本会選出日本農学会評議員。
2. 本会運営上特に必要な場合，10 名を限度とし評議員会の議を経て会長が推薦した者。

会長，副会長，理事，監査，編集長及び副編集長は評議員会に於て選出する。
学会賞詮衡委員は学会賞授賞細則に則り選出する。
役員及び委員の任期は1ケ年とする。但し再任を妨げない。

第 13 条　会長は本会を代表し会務を総括する。副会長は会長を補佐し，必要に応じ会長の任務を代行する。評議員は会の重要な事項を審議する。
編集長は会誌の編集と発行を行う。副編集長は編集長を補佐し，必要に応じ編集長の業務を代行する。
理事は会務を処理する。監査は会務を監査する。学会賞詮衡委員は日本農学賞授賞候補及び日本水産学会賞授賞者を決定する。

## 会　　議

第 14 条　会議には総会，評議員会，理事会及び編集会議の4種がある。

第 15 条　総会を通常総会及び臨時総会とする。通常総会は毎年1回4月又は5月に会長が招集し，出席会員により成立する。臨時総会は評議員会で必要と認めた時これを開く。

第 16 条　総会は会務の報告を受け，予算その他必要な事項を議定する。

第 17 条　評議員会は会長，副会長及び評議員を以て組織し，会長が招集又は評議員5名以上から議案を添記して開会の請求があつた時に開く。

第 18 条　評議員会は会則の改正，予算案の承認，その他重要な事項を審議決定する。

第 19 条　理事会は会長，副会長及び理事を以て組織し，会長が招集する。

第 20 条　理事会は会務を処理し，評議員会の承認を受ける。

第 21 条　編集会議は編集長，副編集長及び編集理事を以て組織し，編集長が招集する。

## 支　　部

第 22 条　本会には支部を置く。

第 23 条　支部長1名，支部幹事若干名を置く。

第 24 条　支部長及び支部幹事はそれぞれ支部で選出され，会長がこれを委嘱する。

## 附　　則

第 25 条　会員が会則を改正しようとするには，会員20名以上の賛成を得て評議員会にその案を提出する。

第 26 条　会則の施行に必要な事項は別に細則で定める。細則の制定及び変更は理事会の決議によつてこれを行う。

第 27 条　予算の範囲内で有給職員を置くことができる。

第 28 条　本会の事務所は「東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内」に置く。

第 29 条　本会則は昭和 33 年4月1日から実施する。

## 昭和 33 年度役員及び委員

（敬　称　略）

会　　長　田内森三郎
副 会 長　森　高次郎
監　　査　右田正男，　久保伊津男
編 集 長　関根　　隆
副編集長　大島泰雄
評 議 員　北海道…犬飼哲夫，五十嵐彦仁，木下虎一郎，佐野誠三，小林新二郎，齊藤恒行，井上直一，谷川英一
東　　北…今井丈夫，土屋靖彦，松平近義
関　　東…高山重嶺，猪野　峻，稲葉伝三郎，田内森三郎，中井甚二郎，末広恭雄，右田正男

岡田郁之助，天野慶之，橋本芳郎，野中順三九，東　秀雄，高橋豊雄，日比谷京
新崎盛敏，松浦文雄

中　部…川本信之，立野新光，岡田彌一郎，三宅正人，内橋　潔，中村中六

近　畿…木俣正夫，川上太左英，松井佳一，門田　元

中国四国…新田忠雄，花岡　資，矢部　博，藤山虎也，中村広司，吉田　裕，松井　魁

九　州…内田恵太郎，黒木敏郎，塚原　博，富山哲夫，村上子郎，富安行雄

会長推薦に依る評議員　藤永元作，石井省一郎，岡　尊信，真田健三，山崎喜之助，小林小一郎，岡井正男，
中谷由路，有賀松男

支　部　長（定員外評議員）

北海道…大垣光平　東　北…谷田専治　関　東…松江吉行　中　部…内橋　潔

近　畿…松原喜代松　中国四国…松平康雄　九　州…相川広秋

年会委員長（定員外評議員）　久保伊津男

大会委員長（　〃　）　内橋　潔

農学会評議員（　〃　）　久保伊津男，森　高次郎

農学会運営委員　新崎盛敏

文部省科学研究費等分科審議会委員　大島泰雄，（臨）松浦文雄

同　協力委員

北海道…井上直一，村田喜一

東　北…今井丈夫，土屋靖彦

関　東…新崎盛敏，橋本芳郎，久保伊津男，岡田郁之助

中　部…川本信之，三宅正人

近　畿…松原喜代松，川上太左英

中国四国…松平康雄，浅川末三

九　州…黒木敏郎，瀬川宗吉，富山哲夫

学会賞詮衡委員長（定員外評議員）　森　高次郎

同　副委員長（　〃　）　松江吉行

同　委　員

北海道…時田　郁，吉村克二，佐藤　栄

東　北…土屋靖彦，松平近義，今井丈夫

関　東…久保伊津男，松江吉行，大島泰雄，右田正男，森高次郎，岡田郁之助

中　部…川本信之，岡田彌一郎，三宅正人

近　畿…松原喜代松，川上太左英，松井佳一

中国四国…花岡　資，松平康雄，吉田　裕

九　州…瀬川宗吉，田中於莵彦，入江春彦

編集理事

［一　般］　保科利一，妹尾次郎，斉藤泰一，本多勝司，堀江　進，草下孝也，江草周三，
野村正恒，田中昌一，猪野　峻，須藤俊造，中村守純，元田　茂，山本護太郎，
門田　元，村上　豊，宮崎千博，塚原　博，（兼）新崎盛敏

［化　学］　平野　弘，野中順三九，荻野珍吉，須山三千三，佐伯誠道，鴻巣章二，橋本周久，
松本重一郎，岡田　稔，山川健重，山田金次郎，河端俊治，高木光造，浅野元一
新田忠雄，野口栄三郎，米　康夫，上野三郎

庶務理事　宝谷幸男，近藤　仁，新崎盛敏，（兼）野中順三九

会計理事　吉原友吉，小坂部　勇

# 学会賞授賞細則

1. 賞の性格

功績賞とする。

2. 授賞数

年2篇として1篇は水産一般，1篇は水産化学関係とする。但し該当者（論著）のない場合は授賞しない。

3. 授賞者の資格

日本水産学会々員

4. 授賞論文の選定基準

既印刷の学術上，応用上功績顕著なる論著

5. 詮衡方法

i 詮衡委員の選出

各支部毎に3名を選出し，毎年2月末日迄に本部に通知する。但し関東支部は6名とする。互選により詮衡委員長及び副委員長を決める。詮衡委員及び詮衡委員長の任期は1年とする。

ii 詮衡委員長は詮衡委員会を主宰し，庶務理事及び庶務委員の補佐により詮衡を促進する。

iii 候補論文の選定並びに授賞論文の決定方法

評議員は詳細な推薦の理由書を附して委員長に候補論文を1篇指定通告する。委員長はこれを部類別に候補論文表として一括印刷し，詮衡委員に配布し，詮衡委員は候補論文表に基き部類別に順位を付して委員長に提出し，委員長は授賞論文の順位を決定する。委員長は委員会を開いて最後的決定を為し，賞状の原案は詮衡委員長之を作成して会長に提出する。

6. 授賞

賞状及び賞金を以てする。賞金は1篇1万円とする。総会の際授賞する。

附則

農学賞授賞者の推薦はこの細則に準じて詮衡委員長が行う。

# 昭和年33度日本農学大会水産部会

（日本水産学会年会）

時　　；昭和 33 年4月2日～6日
場　　所；東京水産大学
委員長；久保伊津男
副委員長；保科利一，近藤　仁，野中順三九

## ○総　　会　4月3日 13.00～15.00

1. 開会の辞（宝谷幸男理事）
2. 議長選出（岡田郁之助氏就任）
3. 昭和 32 年度会務報告（近藤　仁理事）
4. 昭和 32 年度収支決算報告（小坂部勇理事）
5. 昭和 33 年度予算（小坂部理事）
6. 会長挨拶（田内森三郎会長）
7. 年会委員長挨拶（久保伊津男委員長）
8. 日本学術会議報告（森高次郎学術会議員）
9. 昭和 32 年度日本水産学会賞授与

受賞者　田口喜三郎氏「北洋の鮭鱒漁業とその資源」
河端俊治氏，佐伯誠道氏，白井和雄氏，戸沢晴己氏，山田金次郎氏
「原爆汚染魚の放射性物質に関する研究」

# 昭和32年度会務報告

1. 会　　議

年　　会　32 年 4 月 3 日～5 日　於東海区水産研究所　委員長　川田三郎氏
大　　会　32 年 10 月 9 日～11日　於北海道大学水産学部　委員長　田村　正氏
評議員会　7回（内書状に依るもの5回）

2. 会　　議

Vol. 22, No. 12～Vol. 23, No. 11 の 12 冊を刊行

| | | |
|---|---|---|
| 原　　稿 | 32 年3月迄に受理したものの印刷残 | 38 篇 |
| | 32 年4月から 33 年3月末迄受理 | 191 〃 |
| | 32 年度印刷篇数 | 158 〃 |
| | Vol. 23, No. 12（4月号）以後に残るもの | 71 〃 |

3. 会員移動

| | |
|---|---|
| 32 年 3 月末現在 | 1296 名 |
| 33 年 3 月末現在 | 1425 名 |

内　　訳
入　会（個人　119，団体　3，賛助　31）
退　会（個人　21，団体　2）

4. 本年度間の主要議事

a. 役員関係

(イ) 会則改正による臨時措置として評議員 20 名，編集理事 12 名が追加された。(Vol. 23, No.1)

(ロ) 本学会選出の日本農学会役員は次の如く決つた。

評議員　森　高次郎氏（化学）
久保伊津男氏（一般）
運営委員　新崎盛敏氏　(Vol. 23, No. 9)

(ハ) 本学会から文部省科学研究費配分委員候補者4名を選出し日本学術会議に推薦したところ，次の如く決定した旨の通知があつた。
大島泰雄氏（一般）
(臨) 松浦文雄氏（化学）　(Vol. 23, No. 7・8)

b. 経理関係

(イ) 昭和32年度年会委員長川田三郎氏から年会経費の残余金を本学会に寄附したい由の申出があつたので受入れる事を決定し，年会記念号を発刊することにした。　(Vol. 23, No. 3)

(ロ) 本学会誌刊行に対し文部省の補助金が本年度は交附されない事になつたので本年度予算の修正を行つた。　(Vol. 23, No. 5)

(ハ) 日本農学会の分担金　7,065円
原子力シンポジウム分担金　5,000円　を支出した。

c. 編集関係

(イ) 会誌の印刷は従来東海出版印刷株式会社と契約し同社で印刷していたが，Vol. 24から国際文献社と1ケ年毎の新契約を締結し，印刷を依頼することにした。

(ロ) Vol. 24から毎号約4頁の文献抄録を掲載することとした。

(ハ) 会誌掲載の商業広告は株式会社共栄通信社と契約し，商業広告取扱の一切は同社に委任した。　(Vol. 23, No. 1)

d. 委員会関係

(イ) 漁業資源学研究所案起草委員会を設けた。

(ロ) 漁業資源学研究所案起草委員会は同案を日本学術会議に提出した機会に解散した。　(Vol, 23, No. 7・8)

(ハ) 漁業資源学研究所（仮称）設立実行委員会をもうけ日本学術会議，他学会との接渉を行つた。　(Vol. 23, No. 7・8)

(ニ) 日本学術会議の意向により本学会の漁資研設立実行委員と日本海洋学会の同種の委員と協議し海洋総合研究所案を作成し，日本学術会議に提出した。

(ホ) 本学会会則改正委員会を設け，改正案を作成した。　(Vol. 23, No. 5)

e. 学会賞等関係

(イ) 日本水産学会賞受賞者は次の如く決定した。
水産一般部門　田口喜三郎氏　「北洋鮭鱒漁業とその資源」
水産化学部門　河端俊治氏，佐伯誠道氏，白井和雄氏，戸沢晴己氏，山田金次郎氏
「原爆汚染魚の放射性物質に関する研究」

(ロ) 本年度は日本農学会賞候補者の推薦は行わぬこととした。

(ハ) 水産資源愛護に関する功労者として「垂下式かき養殖」の研究を行われた妹尾秀実氏，堀　重蔵氏を日本水産資源協会に推薦した。

f. 国際会議関係

(イ) 第9回太平洋学術会議（於バンコック）に富山哲夫氏（九大教授）が出席されるように学術会議に推薦した。　(Vol. 23, No. 7・8)

(ロ) 国際漁具会議（於ハンブルグ）に佐々木忠義氏（東水大教授）が出席されるように学術会議に推薦し，代表として出席した。

(ハ) 国際放射線会議（於ブリングトン）に深井麟之助氏（東水研）が出席されるように学術会議に推薦し，代表として出席が決定した。 (Vol 23, No. 9)

g. 一 般 事 項

(イ) 日本水産学会事務所は従来東海区水産研究所内にあつたが，昭和 32 年 4 月から東京水産大学内に移転した。

(ロ) 団体会員は本学会の行う各種投票の際投票権がない。賛助会員はその代表者に投票権がある事と定めた。 (Vol. 23, No. 9)

(ハ) 昭和 33 年度年会は次の如く決定した。

委員長　久保伊津男氏
時　4月2日～14日
場所　東京水産大学 (Vol. 23, No. 7・8)

(ニ) 昭和 33 年度秋期大会は次の如く決定した。

委員長　内橋　潔氏
時　10 月 12 日～ 14 日
場所　日本海区水研（新潟）

## 昭和32年度収支決算報告

| 収入の部 科目 | 金額 | | 支出の部 科目 | 金額 |
|---|---|---|---|---|
| 前年度繰越金 | 174,515 円 | | 学会誌印刷費 | 1,806,228 円 |
| 普通会費 | 1,601,750 | | 学会誌送料及通信費 | 202,155 |
| 賛助会費 | 300,000 | | 年会費 | 40,000 |
| 著者負担印刷費 | 591,704 | | 大会費 | 20,000 |
| 雑収入 | 434,482 | | 支部補助費 | 50,000 |
| 内訳 広告料 | 205,000 | 内訳 | 理事会等集会費 | 15,945 |
| 内訳 原稿用紙代 | 25,060 | 内訳 | 日本農学会分担金 | 7,065 |
| 内訳 予金利子 | 7,118 | 内訳 | 学会賞金 | 20,000 |
| 内訳 バックナンバー代 | 28,160 | 内訳 | 事務人件費 | 285,179 |
| 内訳 外国購読料その他 | 43,070 | 内訳 | 事務費（文房具等） | 36,239 |
| 内訳 年会剰余金(支部より) | 126,074 | 内訳 | 雑支出（広告手数料，交通費等） | 127,611 |
| | | | 繰越金 | 492,029 |
| 計 | 3,102,451 円 | | 計 | 3,102,451 円 |

## 昭和33年度予算

| 収入の部 科目 | 金額 | 支出の部 科目 | 金額 |
|---|---|---|---|
| 前年度繰越金 | 492,029 円 | 学会誌印刷費 | 2,292,000 円 |
| 普通会費 | 1,600,000 | 学会誌送料及通信費 | 220,000 |
| 賛助会費 | 300,000 | 年会費 | 20,000 |
| 著者負担印刷費 | 550,000 | 大会費 | 20,000 |
| 雑収入 | 280,000 | 支部補助費 | 50,000 |

| | |
|---|---|
| 理事会等集会費 | 20,000 |
| 日本農学会分担金 | 7,820 |
| 学会賞金 | 20,000 |
| 事務人件費 | 300,000 |
| 事務費（文房具等） | 40,000 |
| 雑支出 | 180,000 |
| 予備費 | 52,209 |
| 計 | 3,222,029 円 |

計 3,222,029 円

# 昭和 33 年度日本農学大会水産部会

（日本水産学会年会）

プログラム

## 学会賞受賞者記念講演

北洋の鮭鱒漁業とその資源……田口喜三郎

原爆汚染魚の放射性物質に関する研究……

……°河端俊治・佐伯誠道・白井和雄・戸沢晴己・山田金次郎

## 特別講演

欧米の水産加工研究所を訪問して……天野慶之

国際漁具会議に出席して……佐々木忠義

## 水産一般

1. 鯨目（*Mesoprodon* 属）に加うべき 1 新種について……°西脇昌治（鯨研）・神谷敏郎（東大医）
2. 北洋産ナガス鯨の成長について……°木村清治（鯨研）・西脇昌治（鯨研）・日比谷京（東大水）
3. 長須鯨の卵巣及び乳腺に関する 2, 3 の組織学的観察……水江一弘（長崎大水）
4. 印度洋産マグロ類の形態について……檜山義夫・°鉄健司（東大水）
5. ムラサキイガイの生殖腺の周年変化と性現象について……杉浦靖夫（東水大木更津実）
6. カキにおける血清学的種特異性に関する研究……沼知健一（東北大水）
7. 東京内湾に移殖された鹿島灘産チョウセンハマグリについて……°菅原兼男・海老原天生・内田晃（千葉内湾水試）
8. しかめ（*O. gigas var sikamea*）の受精における特異性について……沼知健一（東北大水）
9. ワムシの飼育と保存……大島泰雄・°平野礼次郎・中村晃次（東大水）
10. 瀬戸内海における海況及び浮游性毛顎類の出現状況の長年変動……村上彰男（内海水研）
11. 東京湾奥におけるクラゲの出現と海況……°菅原兼男・内田晃（千葉内湾水試）
12. *Cardiodectes* の 3 種に就いて……椎野季雄（三重大水）
13. 駿河湾産サクラエビの♀♂比とその大きさ……藤田惣吉（静岡大）
14. ウチワエビ *Ibacus ciliatus* (*von* SIEBOLD) のヒロゾーマの脱皮・変態と稚えびについて……°道津喜衛（九大水）・田中於菟彦（九大水実）
15. ハマチ（ブリ）の成長に及ぼす給餌量の影響について……原田輝雄（近畿大）
16. マサバの食餌利用に関する研究—Ⅵ. オキアミ餌料の転換効率に影響する水温・魚体の大きさ……°高橋正雄・畑中正吉（東北大水）
17. 東海地方の養鰻池における水色，透明度等の季節的変化と粒子組成より見た植物性プランクトン……中村中六（東大水実）
18. 泥の酸素消費量測定法に対する検討……°佐野和生・松江吉行（東大水）

19. 養鰻池の底質と生産量について …… °稲葉伝三郎・鳥羽山照夫・上原良吾（東水大）
20. 養魚における嗜好性餌料選定の一方法 …… °滝　襄・小林新二郎（北大水）
21. 魚の餌付に関する研究・金魚の摂餌曲線に及ぼす温度並びにアムモニヤの影響 ……°狩谷貞二・青木秀夫（東北大水）
22. 淡水産藻類（クロレラ）の消化率について …… 能勢健嗣（淡水研）
23. ミクロウォームに就いて …… 狩谷貞二・°代田昭彦（東北大水）
24. 輪虫類の培養について—Ⅰ. ……°安達六郎・松平近義（東北大水）
25. 真珠の生因に関する研究 ……松井佳一（日本真珠研）
26. アコヤガイ介殻構造の顕微鏡及びX線による研究 ……和田浩爾（国立真珠研）
27. 第1次加工処理の真珠品質へ及ぼす影響について ……和田浩爾（国立真珠研）
28. 異常形真珠について—Ⅰ. 内部構造 ……青木駿（富士真珠研）
29. 異常形真珠について—Ⅱ. 推測されるその成因 ……青木駿（富士真珠研）
30. 挿核施術に使用する外套膜片（ピース）の採取部位による養殖真珠の品質の差異について……°宮村光武・牧戸二彦（三重水試）
31. 真珠養殖筏に垂下する貝の密度と真珠の品質との関係について …… °宮村光武・牧戸二彦（三重水試）
32. ホタテ稚貝の死亡と底質—Ⅰ. …… 山本護太郎（東北大生）
33. カキ養殖におけるニシ貝駆除の研究—Ⅰ. 銅剤の効果試験 ……今井丈夫・°伊藤進・渋谷候夫（東北大水）
34. 東北海区のサンマ漁場の資源学的考察 ……木村喜之助（東北水研）
35. サンマ漁場へ魚群の添加及び逸散を考えた場合の資源学的及び海洋学的考察 ……木村喜之助（東北水研）
36. 水産資源の力学的取扱—Ⅲ. サンマ魚群の移動 ……土井長之（東海水研）
37. 鱗によるサンマの年令査定法についての再検討 刈部信二・春原弘・浜田悦三・羽山泰夫・木本清晁・綿貫博・藤田四郎・°安田秀明（東水大）
38. サンマの年令・成長について …… 堀田秀之（東北水研）
39. 東北海区の表面水温分布とカツオ・サンマ漁況 …… 黒田隆哉（東北水研）
40. サンマ資源の生物学的研究・脊椎骨数 …… 小達繁（東北水研）
41. 西部太平洋のビンナガ鮪漁場動態に関する研究—Ⅳ. 夏・冬ビンナガの洄游機構について …… 井上元男（東海大産業科学研）
42. 日本海西区のマイワシ流刺網漁業の対象となる資源の変動機構について ……土井長之（東海水研）
43. 与謝内海・久美浜湾のマイワシ資源量の推定 …… 橘高二郎（神戸大教）
44. 鹿島灘におけるカタクチイワシの産卵について …… °久保雄一・宇野守一（茨城水試）
45. 九十九里浜から鹿島灘方面におけるカタクチイワシの年令別漁獲量・1953～1956年 ……林繁一・°近藤恵一（東海水研）
46. カタクチイワシの或る系統群について ……栗田晋（東海水研）
47. 等価底曳漁業の考え方 …… 田中昌一（東海水研）
48. Gompertz 曲線を用いた等生産曲面について …… 吉原友吉（東水大）
49. 魚類の聴覚特性に関する研究—Ⅱ. 非直線的（不連続または段付）側線について……黒木敏郎（鹿児島大水）
50. 間歇的に流入する淡水の沿岸での拡散について ……渡辺信雄（東海水研）
51. 日本近海クジラ漁場変遷と適水帯について …… °宇田道隆・鈴木登（東水大）
52. 内湾の半及び全浮游生物の昼夜・季節変化（予報） ……山路勇（京大瀬戸臨海実）

53. 海水の酸素極大波抑制作用に関するポーラログラフ的研究—Ⅲ．
電気毛管曲線と抑制能について ……山田信夫（静岡水試）

54. 内湾貝類漁場の環境要素としてのビタミン $B_{12}$（予報）
……°相良順一郎・猪野 峻・梁瀬正明（東海水研）

55. 海洋のビタミン $B_{12}$ に関する微生物学的研究（予報）……富山哲雄（東大水）

56. 1956 年春季から秋季にかけてのカムチャッカ西海岸における
硅藻の分布と海況について……大和田 守（気象庁海洋気象）

57. 附着性硅藻の生態学的研究，特に浮游，底棲硅藻との関係について—Ⅰ．
……佐藤重勝（東北水研）

58. 本州南岸附近の硅藻量と水温及び塩素量との関係—Ⅱ．
主要 20 種の特性……上野福三（神戸気象）

59. 海洋性硫酸塩還元細菌の発育並びに硫酸塩還元作用に及ぼす
金属イオンの影響について……畑 幸彦（水 講）

60. 小区域内のプランクトン分布……安楽正照（北大水）

61. 鹿島灘沿岸海域の海底沈積物について……°原田和民・木梨 清・佐藤 実（茨城水試）

62. コールタール処理された合成繊維網糸の性質について—Ⅰ．抗張力の変化の比較
……下崎吉矩（東海水研）

63. 網糸の捩れ振動に就いて—Ⅱ．……永田 正（東大大）

64. 網地の応力分布—Ⅳ．……近藤 仁・°鈴木 誠（東大大）

65. 網地の水中重量について……飯高勇之助（京大水）

66. 潜入板の力学的研究……川上太左英・三橋 薫（京大水）

67. British Columbia 型中層曳網の模型試験……鈴木乙彦（京大水）

68. ポリビニーリデン系化学繊維を用いたブリ落網の模型実験……岡林正十郎（高知大水）

69. 日向灘イワシ巾着網模型実験—Ⅵ．……飯高勇之助（京大水）

70. キス吾智網のアミラン網と綿糸網の漁獲性能の比較—Ⅰ．……宮崎千博（三重大水）

71* イワシ刺網漁船の漁獲性能の比較……野村正恒（東海水研）

72* イワシ刺網漁具による漁場別，日々漁獲減耗率の変動と
漁場形成との関連について……野村正恒（東海水研）

73. 伊勢湾において片口イワシ及びイカナゴを漁獲対象とする
二，三の漁具の漁獲性能の比較（予報）……野々田得郎（三重大水）

74. トロール網に入網する二．三の魚種の昼夜間による入網差について
……°佐々木幸康・小池 篤（東大大）

75. 近年における旋網漁業の単位努力当り漁獲量について……°中井甚二郎・速石和男（東海水研）

76. 漁網の水中視程について
……°井上直一・西沢 敏・田向康三郎（北大水）・工藤孝雄（台東製網KK）

77* 硬骨魚眼の鍾状突起及びその相同構造の再検討—Ⅰ．形態的変異と分類
……羽生 功（名大水）

78* 硬骨魚眼の鍾状突起及びその相同構造の再検討—Ⅱ．血管の走行
……羽生 功（名大水）

79* 流れ藻に関する研究・流れ藻に伴う稚仔魚—Ⅰ．昭和 32 年度の
津屋崎附近における調査……内田恵太郎・道津喜衛・°庄島洋一（九大水）

80* 魚類の鱗の排列の研究……°小林久雄・林 享（愛知学芸大）

81* 枝角類冬卵の保存法に関する研究……村上 豊・°遠部 卓（広島大水）

82* 南極洋生物—Ⅰ．深海性 *Atolla* 属の鉢水母について……妹尾次郎（東大大）

83. ナマコ（*Stichopus japonicus* SELENKA）の成長について……大島泰雄・°崔 相（東大水）

84. ナマコの消化・摂餌過程について……°田中啓陽・田村 正（北大水）

85. 陸奥湾に於けるヒトデ類の分布にいて ……°田村　正・富士　昭・田中啓陽（北大水）
86. 東北地方産深海魚の稀種—Ⅲ．ムネエソ（*Sternoptyx diaphana* HERMANN）について
……丸山圭右（東北水研八戸支所）
87. ギンブナに見られた Parthenogenesis らしき現象について ……中村守純（資源研）
88. 北海道産ウニ類の生殖巣の周年変化に就いて……富士　昭（北大水）
89. 小湊附近に現われるベラ類の稚魚について ……°増田辰良・田中邦三（水大小湊実）
90. 駆集網の色彩の濃さの効果……草下孝也（東大水）
91. 垂直網の網目と魚体の大きさとの関係 ……檜山義夫・°草下孝也・山下良章（東大水）
92. 定置網漁場に於ける魚道調査の試み ……川田三郎・°田原陽三（東海水研）
93. 定置網に対する魚群行動の観測 ……°川田三郎・田原陽三（東海水研）
94. 採介潜水夫の労働条件と生理的疾患の発生率
……°猪野　峻（東海水研）・鈴木誠司（水産庁海洋二課）
95. シロチョウガイの棲息水深と漁獲能率 ……°猪野峻・江端良太（東海水研）
96. 水中光の角度分布の測定とその測定装置について
……°佐々木忠義（東水大）・岡見登・渡辺精一郎・大柴五八郎（科　研）
97. ノリ糸状体の穿入初期の生態について……新崎盛敏（東大水）
98. ノリ糸状体の成育と外囲要因，特に光と温度との関係について
……富士川謬（福岡県庁）・°新崎盛敏（東大水）
99. アサクサノリの成長に対する光及び水温の影響 ……木下祝郎・°寺本賢一郎（協和醗酵研）
100* ワカメの生態に関する研究—Ⅳ．光合成量に及ぼす光と温度の影響について
……斎藤雄之助（東大水実）
101. 九州西方におけるタチウオの漁業生物学的研究—Ⅲ．有明海と東海の資源との関係
……塚原　博（九大水）
102. 稚魚網に依つて採集されたハダカイワシ類に就いて—Ⅰ．種類とその分布
……°小川　達・小達　繁（東北水研）
103. ウミタナゴの資源学的研究 ……°吉原友吉・松崎巖（東大水）
104. メバルの活動週期と漁獲との関係
……°布施真一郎（京大瀬戸実）・原田英司・宮地伝三郎（京大理）
105. 鮑漁場に於ける生産構造の解析……酒井誠一（東北大）
106* コアユの資源学的研究—Ⅰ．初期減耗について ……白石芳一・°田中　光（淡水研）
107* 渓流区に放流したマス稚魚の生残に関する研究—Ⅰ．漁獲率と発見率
……小野寺好之（淡水研）
108* 渓流区に放流したマス稚魚の生残に関する研究—Ⅱ．放流魚の分散と流失
……上野達治（淡水研）
109* 渓流区に放流したマス稚魚の生残に関する研究—Ⅲ．Benthos 量からみた餌料環境
……田中　光（淡水研）
110* 渓流区に放流したマス稚魚の生残に関する研究—Ⅳ．成長量の推定に用いた
比成長について……児玉康雄（淡水研）
111. カサゴの耳石および生長に就いて……水江一弘（長崎大水）
112. 魚類の耳石における Ca の沈着について—Ⅲ．……°入江隆明・中田康生（広島大水）
113. 伊勢湾産マアナゴの耳石に見られる輪紋について ……岡田彌一郎・°鈴木　清（三重大水）
114. 岩木川に於けるカジカに就いて ……°狩谷貞二・°佐々木博（東北大水）
115. 養魚池に於ける *Cyclops* の分布といかりむし寄生魚の出現程度の関係について
……笠原正五郎（東大水実）
116. ニジマスの生理，発生及び遺伝に及ぼすX線照射の影響・研究経過及び現況について
……°小林新二郎・山本喜一郎・新山英二郎・
久保達郎・結城了佑・平田八郎・最上又平（北大水）

117. 魚類網膜反応のフリツカー刺戟に対する融合頻度……小林　博（水　講）
118. 発生初期の水温が魚の脊椎骨数に及ぼす影響に関する実験的研究—Ⅱ．
……板沢靖男（名大水）
119. ホウボウ及びイゴダカホデリの卵発生……水戸　敏（九大水）
120. 魚類の産卵時刻について（予報）……伊東祐方（日本海水研）
121* キヌバリ *Pterogobius clapoides* (GÜNTHER) の産卵習性について
……堤　俊夫（下関市水族館）・°道津喜衛（九大水）
122. マアジの産卵場と補給源についての一考察 ……°服部茂昌・渡辺泰輔（東海研）
123. ヤマメの産卵習性について……木村清朗（九大水）
124. 京都府宇川におけるアユの産卵生態—Ⅰ．産卵期の性比……水野信彦（京大動）
125. 京都府宇川におけるアユの産卵生態—Ⅱ．卵の孵化及び仔魚流出の日週変化
……水野信彦（京大動）
126. 2, 3 の迴游魚の障害物に対する行動（予報）
……°関野清成・飯塚景記・畑中正吉（東北大水）
127. 東支那海におけるゴササバの成熟及び産卵生態 ……°江波澄雄・相川広秋（九大水）
128. 水槽内における各種環境条件の研究—Ⅱ．水槽水の滴定曲線に就いて
……°出口吉昭・小久保清治（日大農獣医）
129. 外房小湊に於ける集魚燈動物の季節的消長について
……°増田辰良・増田　勉・岩崎照光（水大小湊実）
130. カサゴの成熟について ……°三尾真一・相川広秋（九大水）
131. 干潟群集の研究—津屋崎干潟に於ける群集構造の季節的変化 Ⅱ．
…… 江波澄雄・竹下貢二・三尾真一（九大水）
132* 血液検査に依る病態水産動物診断技法に関する研究—Ⅱ．……°村地四郎（広島大水）
133* 魚類における血液毒の作用—Ⅰ．……°日比谷　京（東大水）
134* 魚の運動視覚と錐体活動電位 ……°田村　保・羽生　功（名大水）
135. 胎生魚タケノコメバルの卵発生と仔魚期……藤田矢郎（めかり水族館）
136* カワハギの体色変化とその生態学的意義について ……岡市友利・階　久雄・°橋本芳郎（東大水）
137* アユ内分泌腺の季節的変化に就いて……本間義治（新潟大佐渡実）
138* パルプ工場の廃水に依る被害の一例・東洋パルプ工場の被害について
……°杉本仁彌・鈴木正也・荒川　清・藤谷　超・新田忠雄（内海水研）
139′. 人工湖における魚の食性とそれに関する 2, 3 の考察 ……°三浦泰蔵・徳永英松（淡水研相模支所）
140. 金魚の索餌日週変化と明暗との関係 ……°平田八郎・小林新二郎（北大水）
141. ブリ・サバ・アジの食物転換効率について……畑中正吉（東北大水）
142. マアジの成長と食物消費との間の関係—Ⅰ． ……°畑中正吉・鈴木智之（東北大水）
143. ブリの成長に関する実験的研究—Ⅱ．ブリの成長と食物消費量 ……村川五郎・°畑中正吉（東北大水）
144. マダコの生態調査について（予報）……°藤本　武・宇野守一（茨城水試）
145. アコヤガイの呼吸に就いて（予報）……川本信之（三重大）
146. ヒトデの食物消費量 ……小坂昌也・°畑中正吉（東北大水）
147. 建網漁場に於ける魚群の生態 ……°野本義秀・小林新二郎（北大水）
148. ノリの色沢変化について—Ⅴ．還境要因の変化……佐野　孝（東北水研）
149. ノリの色沢変化について—Ⅵ．藻体の酸素放出及び吸収……佐野　孝（東北水研）
150. 各種繊維のノリ網資材としての性能に関する比較研究……三浦昭雄（東水大）
151* 海苔場における施肥の効果について—Ⅱ．
……片山輝久・藤山虎也（広島大水）・°斎藤雄之助（東大水実）・松江吉行（東大水）
152. 流れ藻の海藻学的研究—Ⅶ．津屋崎近海流れ藻の周年変化
……瀬川宗吉・°沢田武男・檜垣正浩・吉田忠生（九大水）

153. 流れ藻の海藻学的研究—Ⅷ. 流れ藻から見たホンダワラ属の生長
……瀬川宗吉・沢田武男・°槍垣正浩・吉田忠生（九 大 水）
154. 流れ藻の海藻学的研究—Ⅸ. ホンダワラ類の所謂年輪について
……瀬川宗吉・沢田武男・槍垣正浩・°吉田忠生（九 大 水）
155. テングサ胞子の発芽に及ぼす影響について—Ⅰ. ……°山崎 浩・大須賀穂作（静岡水試）
156*. アサクサノリ系状体の培養に関する研究……藤 山 虎 也（広島大水畜産）
157. アナアオサの游走子形成の際の核分裂について……簸 禰（北 大 水）
158. ヒロメの発生について—Ⅱ. ……瀬木紀男・°喜田和四郎（三 重 大）
159. アサクサノリの培養に関する研究—Ⅲ. 初期の生育に及ぼす二，三の化学物質の栄養効果……°岩崎英雄・松平近義（東北大水）
160. チノリモの培養・塩分との関係 ……野 沢 洽 治（鹿児島大水）
161. 緑藻の増殖率に及ぼすアルカリ度の影響……里 見 至 弘（淡 水 研）

## 水 産 化 学

162. 貝類蛋白質の研究—Ⅵ. ハマグリ閉殻筋のミオシン区分の沪紙電気泳動について
……馬 場 春 夫（国立栄養研）
163. 同—Ⅶ. 殻内液の成分について ……°馬場春夫・小畠義樹（国立栄養研）
164. 水産動物肉蛋白に関するポーラログラフ的研究；種類及び部位差—Ⅰ.
……°菊池武昭・平野敏行・岡田郁之助（東 水 大）
165. 魚肉“アクトミオシン”の粘度測定に関する研究—Ⅰ. アクトミオシン粘度測定に関する基礎的問題 ……右田正男・°鈴木たね子（東海水研）
166. 同—Ⅱ. いろいろな魚種から抽出した“アクトミオシン”の粘度測定
……右田正男・°鈴木たね子（東海水研）
167. 吸光曲線による魚肉アクトミオシンと有機色素の結合量の測定について
……右田正男・°大竹茂夫（東海水研）
168. イカ肉のアクトミオシンの電気泳動的研究……松 本 重 一 郎（東海水研）
169. 魚類血液の生化学的研究—XIII. 血清糖蛋白及びリポ蛋白の電気泳動的性質（沪紙法）
……斎 藤 要（鹿児島大水）
170. 結晶鯨ペプシン—Ⅵ. 鯨ペプシンの Species specificity
……斎藤恒行・石原義雄・°藤野政彦（北 大 水）
171. 同—Ⅶ. 抹香鯨・鰛鯨両インシュリンの構造差について
……斎藤恒行・石原義雄・°伊藤裕三（北 大 水）
172. 魚肉蛋白質の特性に関する研究—Ⅰ. 魚肉蛋白質のプロテイナーゼによる被水解性について……大 城 善 太 郎（鹿児島大水）
173*. サケ・マ 類のヘモグロビンについて—Ⅱ. ……松浦文雄・°橋本周久（東 大 水）
174*. $Fe^{II}$ 型及び $Fe^{III}$ 型ミオグロビンの同時的定量法について
……°佐野吉彦・橋本周久（東 大 水）
175*. 魚肉摺身の水結合性の簡易測定法について ……清水 亘・°志水 寛・藤田功夫（京 大 水）
176*. 魚肉摺身の水結合性に及ぼす無機塩の影響について
……清水 亘・°志水 寛・藤田功夫（京 大 水）
177. ヒメエゾボラ貝唾液腺中の毒成分 ……°浅野元一・伊藤正雄（東北大水）
178. サメ鰭蛋白 Selachin の研究—Ⅱ. Selachin のアミノ酸組成について
……土屋靖彦・°村瀬昌彦（東北大水）
179. 水産動物肉に関する研究—XXXⅧ. エビ類のエキス中のアミノ酸組成（その1）
……清水 亘・°藤田真夫・遠藤金次（京 大 水）

180. 水産動物肉に関する研究—XXXIX. 貝肉エキス中の有機酸について（その1）
……°高木一郎・清水　亘（京 水 大）

181. 水産動物肉に関する研究—XXXX. 冷蔵中のブリ肉の味および成分の変化
……°清水　潮・寺島広由・清水　亘（京 大 水）

182* 水産動物のエキス成分—Ⅲ. 鮮度低下に伴うスルメイカ筋肉エキス中の遊離アミノ酸について ……°鴻巣章二・秋山明子・大谷古麿・森　高次郎（東 大 水）

183* ガザミ肉蛋白のアミノ酸組成 ……°鴻巣章二・香取進一・秋山明子・森　高次郎（東 大 水）

184* ニジマス卵の成熟過程における一般成分及び蛋白構成アミノ酸の変化
……°須山三千三・金子光徳・小俣秀夫（東 水 大）

185* 魚類におけるトリメチルアミンオキシド（TMO）の生理的意義に関する研究—Ⅲ. 海産魚 ……橋本芳郎・°岡市友利（東 大 水）

186* イカ肉腐敗過程中における毒性物質の産生に就て—Ⅰ. *P. morganii* 接種による毒性物質の分離及びその性状について ……°俣野景典・鈴木　茂（予　研）

187* 食品中に含まれる CTC 及び Iso CTC の分画 ……°米　康夫・富山哲夫（九 大 水）

188* 氷中の CTC の新簡易定量法 ……°米　康夫・富山哲夫（九 大 水）

189* 塩蔵品の品質向上に対するクロルテトラサイクリン（CTC）の効果
……富山哲夫・°杉谷　徹・津 田　厚（九大 水）

190* 魚肉中のクロルテトラサイクリン（CTC）の cylinder plate による定量法
……富山哲夫・°津田　厚・米　康夫（九 大 水）

191* 市販魚介類の鮮度について—Ⅱ. 夏の部
……°佐藤良裕・（宮城県衛生研）鈴木政志（宮城県公衆衛生課）

192* 水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅵ. 未知毒性物質（サウリン）の分離及びその性状について ……°河端俊治・俣野景典・鈴木　茂（予　研）

193. 魚介類に対する新防腐剤の鮮度保持に関する研究. アスナロン，ヒノキチオール等の鮮度保持効果に就いて ……鉄　本　総　吾（東海水研）

194. 漁獲物の鮮度保持に関する研究—Ⅶ. ヒノキチオールの鮮度保持効果
……野口栄三郎・°山本常治（日本海水研）

195. 漁獲物の鮮度保持に関する研究—Ⅷ. 水漬けの影響について
……°山本常治・野口栄三郎（日本海水研）

196. D. R. 値による鮮度判定法のカキへの応用について ……浅　川　末　三（広島大水）

197. 多燐酸塩の水産ねり製品への応用 ……°岡田　稔・山崎惇子（東海水研）

198. 煉製品の足補強剤についての研究—Ⅰ. 各種燐酸塩類及び有機酸塩の蒲鉾に対する足補強効果並びにこれら塩添加蒲鉾の腐敗について
……°岡村一弘（大阪衛生研）・松田敏生・横山理雄（上野製薬研）

199. 同—Ⅱ～Ⅲ. ピロ燐酸ソーダ（P. P. Na），トリポリ燐酸ソーダ（T. P. Na）及びこれらの混合塩の足補強効果並びに魚肉の保水率と足との関係
……°岡村一弘（大阪衛生研）・松田敏生・横山理雄（上野製薬研）

200. 同—Ⅳ～Ⅴ. 各種燐酸塩類の足補強効果
……岡村一弘（大阪衛生研）・°松田敏生・横山理雄（上野製薬研）

201. 同—Ⅵ. 燐酸塩添加煉製品の足の経時変化ならびに足測定時の誤差の吟味
……岡村一弘（大阪衛生研）・松田敏生・°横山理雄（上野製薬研）

202. 魚肉ソーセージの品質—Ⅰ. 縮合燐酸塩添加の影響
……村田喜一・°大石圭一・田村祐子（北 大 水）

203* ねり製品の足に対する澱粉の補強効果. 薬品処理澱粉の補強効果
……°岡田　稔・山崎惇子（東海水研）

204* 魚肉ソーセージの軟化現象について—Ⅰ. 軟化現象の特徴とその顕微鏡観察
°内山　均・田中武夫（東海水研）

205. 同—Ⅱ. 軟化部位より分離される細菌 ……………………………°横関源延・内山　均（東海水研）

206. 同—Ⅲ. 軟化原因細菌の嫌気的条件における澱粉の分解形式について
………°内山　均・横関源延・本橋光太郎（東海水研）

207. ねり製品の内部腐敗に関する研究—Ⅳ. *Bacillus* 属菌の繁殖に対する
酸化還元電位の影響……………………………………………横　関　源　延（東海水研）

208. 魚肉ソーセージの研究—Ⅵ. Nitric oxide haem 部の抽出について
………清水　亘・°遠藤金次・嵯峨俊雄（京 大 水）

209. 同—Ⅶ. ケーシングとしてのライファンとクレハロンの比較
………°清水　亘・上野三郎・橋本　亨（京 大 水）

210. 燻製品に関する研究—Ⅵ. 水質について(I)…………°三宅正人・堀口吉重・野田宏行（三 重 大）

211. タラバガニ缶詰におけるストラバイト生成三成分の製造中の変化について
………山　田　明　男（日 水 研）

212. 魚肉の熱凝着について……………………………………………高　橋　豊　雄（東海水研）

213. サケ缶詰のアドヒージョン防止について ………………………°高橋豊雄・竹井　誠（東海水研）

214. 寒天ゾルの凝固温度について……………………………………谷　井　　潔（東北水研）

215. 魚皮鞣製の基礎的研究—Ⅱ. 石灰漬に対する一考察
………越智通秋・°大城善太郎・永吉秀夫（鹿児島大水）

216. タラバガニ缶詰肉の褐変現象に関する研究—Ⅰ. タラバガニ肉の褐変と
メラール反応について ……………………………°長沢善雄・谷川英一（北 大 水）

217. 同—Ⅱ. タラバガニ缶詰製造工程中の褐変現象 ………………°長沢善雄・谷川英一（北 大 水）

218. 昆布の品質—Ⅰ. 昆布煮出汁のとり方 ………………村田喜一・°大石圭一・田村祐子（北 大 水）

219. 同—Ⅱ. 昆布の種類と煮出汁の優劣 ………………村田喜一・大石圭一・°田村祐子（北 大 水）

220. 同—Ⅲ. 昆布の種類と粘度. 煮た場合の硬さ及び色調
………村田喜一・大石圭一・°田村祐子（北 大 水）

221. 浅草ノリの風味について—Ⅳ. 浅草ノリの遊離糖 ……………土屋靖彦・°工藤英郎（東北大水）

222. キリンサイ粘質物に関する研究—Ⅶ. 部分的加水分解による成分糖の結合状況の知見
………中　村　武　彦（宮崎大農）

223*. 海藻の揮発成分に関する化学的研究—XV. 揮発成分による海藻の（立体的）分類
………片　山　輝　久（広 島 大）

224*. 香辛料の揮発成分に関する化学的研究—Ⅲ. 揮発成分による
香辛料の簡易品質鑑定法……………………………………片　山　輝　久（広 島 大）

225*. まぐろ類の品質と pH ……………………………………横　山　　浩（農林省輸出品検）

226. 電気殺菌法の研究—XXIII. 好気性芽胞形成細菌胞子の
加熱死滅における無機塩類の影響 …………………………°上野三郎・清 水　亘（京 大 水）

227. 同—XXIV. 好気性芽胞形成細菌胞子の加熱死滅における
後培地組成と発芽率との関係 ………………………………°上野三郎・清水　亘（京 大 水）

228. 抗菌性魚油の製造に関する研究—Ⅰ. 魚油から合成した
界面活性剤の抗菌作用に就て ………………………………富安行雄・°榎本則行（九 大 水）

229. 船内氷蔵の効果向上に関する基礎試験—Ⅰ. 魚艙の細菌汚染の
実態と市販殺菌燈の使用効果…………高田幸二・°斎藤　要・鮫島宗雄・日高富雄（鹿児島大水）

230. フィッシュ・ミール製造時の細菌について…………°大島　浩・笹島正秋・石田知子（北海道水研）

231. 水産物に発生する「かび」の分類学的研究—Ⅰ.…………………坂井　稔・°信濃晴雄（北 大 水）

232. 淡水性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅰ. ヴィスコース式人絹工場浄化処理廃水の
流下する河川底棲生物(瀬田蜆)の減産原因究明に関する調査………水　沼　栄　三（滋賀水試）

233. オキヒイラギの発光細菌に関する研究—Ⅱ. 発光の持続性について ….末　広　澄　夫（九 大 水）

234*. 二枚貝の桿晶体 Amylase について—Ⅴ.……………………°貴島静正・橋本芳郎（東 大 水）

235. アルギナーゼ（Alginase）の研究—Ⅲ．……°斎藤恒行・辻野　勇（北 大 水）
236. 鯨リパーゼ—Ⅳ．各種鯨類の相互比較……斎藤恒行・°石原義雄（北 大 水）
237*. マアジの消化酵素の強弱と体長との関係……°清水千秋・梶原　武（長崎大水）
238*. ポリオキシエチレンセチルエーテル硫酸ソーダ塩の諸性質に就て
……°森　幹男・広井　治・永井孝子（日 水 研）
239*. 水産動物燐脂質に関する研究—XVIII．サケ卵の脂質成分
……°五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男（北 大 水）
240*. 同—XIX．サケ卵の発生過程における脂質の変化
……°五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男・葛西英一（北 大 水）
241*. サケ卵発生過程におけるカロチノイド及びビタミンAの変化
……°山村彌六郎・武藤清一郎（東北水研）
242. ニジマス卵の発生過程における脂質の油脂化学的研究—Ⅰ．
孵化段階までの一般成分の変化……°安藤一夫・野中順三九（東 水 大）
243. 塩乾さんまの臭気成分について……°安藤一夫・野中順三九（東 水 大）
244. 鰹節の香気成分に関する研究……野中順三九・°小泉千秋（東 水 大）
245. 鮭鱒缶詰の臭気と缶材の関係……野中順三九・栗原　克・°小泉千秋（東 水 大）
246. イカ肉の特臭に関する研究—Ⅴ．雨イカの悪臭酸について（その2）
……°山西　貞・榊原茂了（お茶の水大）
247. 底魚類肝油不ケン化物の検索—Ⅰ．Chromatographic Separation について
……°武藤清一郎・山村彌六郎（東北水研）
248. サンマの生化学的研究—Ⅰ．サンマ油脂不鹸化物．特にステロール成分について
……長　倉　克　男（東北水研）
249. 魚油の塩素化に依る分子量の変化……鈴　木　康　策（東 水 大）
250. 魚油塩素化物の防火性について……鈴　木　康　策（東 水 大）
251*. 不飽和アルコールの塩素添加及びその硫酸塩に就て……°森　幹男・広井　治（日 水 研）
252. ツチクジラ脂皮油アルコールの尿素附加物生成による分別
……°佐伯誠道・方　士珍・森　高次郎（東 大 水）
253. ヘミンの触媒作用による脂肪酸の酸化—Ⅱ．……°清水千秋・福原忠信（長崎大水）
254. 共軛脂肪酸に関する研究—Ⅶ．共軛脂肪酸への紫外線照射について
……°鹿山　光・土屋靖彦（東北大水）
255. 煮干イワシの改良法および油焼に関する研究……°金田尚志・石井清之助（東海水研）
256. 解凍硬直に対する魚の鮮度及び低温の影響について
……天野慶之・°尾藤方通・三雲泰子（東海水研）
257. 魚肉水分の簡易定量法の研究—Ⅳ．比色定量法について……土屋靖彦・°佐藤善夫（東北大水）
258. 魚類筋肉の燐酸化合物に関する研究—Ⅳ．ウレタン麻酔が
筋肉内燐化合物変化へ及ぼす影響……°中野智夫・土屋靖彦（東北大水）
259. 同—Ⅴ．魚体に与えた重量物負荷が魚肉・筋肉内燐化合物変化に及ぼす影響
……°中野智夫・土屋靖彦（東北大水）
260. 水産動物筋肉中の有機燐酸化合物に関する研究—Ⅹ．イカ肉中の
アデニンヌクレオチドの変化について……斎藤恒行・°新井健一・田中ツネ（北 大 水）
261. 同—Ⅺ．冷凍魚肉の鮮度とアデニンヌクレオチドの変化との相関性について
……斎藤恒行・°新井健一・松吉　実（北 大 水）
262. 同—Ⅻ．コイ，イカ，アワビ各種筋肉中におけるアデニンヌクレオチドの
変化機構の差異について……°斎藤恒行・新井健一（北 大 水）
263. 魚類の肉質変化に関する生化学的研究—ⅩⅢ．魚肉の AMP deaminase 活性の消長
……°日高富男・斎藤　要（鹿児島大水）

264. 放射線による水産食品栄養成分の変化．γ-線照射蛋白のポーラログラフ的考察
……岡田郁之助・°菊池武昭・平野敏行（東 水 大）

265. 汚染魚より見出された放射性核種の魚体内転移
……°佐伯誠道・安元 健・森 高次郎（東 大 水）

266. Cd の生物学的半減期に関する研究……°白井和雄・森 高次郎（東 大 水）

267. 魚類における Cd の吸収—Ⅱ．……°白井和雄・森 高次郎（東 大 水）

268* 放射線による魚類色素蛋白の変化に就いて—Ⅰ．……森 高次郎・°大野 駿（東 大 水）

269* 水産生物による $^{32}P$ の吸収及び代謝に関する研究—Ⅰ．イトミミズによる $^{32}P$ の吸収及び代謝……°小林邦男・富山哲夫（九 大 水）

270* $Co^{60}$ 照射による *Cl. botulinum* E 型菌の殺菌に関する研究
……関根 隆・°茂木幸夫（東 水 大）

271. アワビ卵巣の新色素について……平尾秀一・°菊地 嶺（東海水研）

272. 魚類の黄色カロチノイドに関する研究……°平尾秀一・山田充阿彌・菊地 嶺（東海水研）

273. サケ，マス類筋肉のカロチノイド色素の同定及び定量法について
……°金光庸俊・青江 弘（東 大 水）

274. 水産動物の色素に関する研究—Ⅵ．（その3） ミハエルボヤ及びシロボヤのカロチノイド……西 堀 幸 吉（ノートルダム清心女子大）

275. 魚体各部のパントテン酸及び葉酸含量について
……°簗瀬正明・村山繁雄・田部井菊子（東海水研）

276. 魚類肝臓中のパントテン酸及び葉酸含量について
……東 秀雄・°村山繁雄・簗瀬正明・田部井菊子（東海水研）

277. 海水中のビタミン $B_{12}$ に関する研究—Ⅳ．海水中における $B_{12}$ の安定性について
……°柏田研一・柿本大壱・金沢昭夫（鹿児島大水）

278. 同—Ⅴ．電気透析による $Cl'$ の除去について
……°柏田研一・柿本大壱・川越一徳（鹿児島大水）

279. 海藻類のビタミンに関する研究—Ⅰ．葉酸及びフオリン酸について
……°金沢昭夫・柿本大壱（鹿児島大水）

280. 同—Ⅱ．ビオチンについて……°金沢昭夫・柏田研一（鹿児島大水）

281. 水産物のビタミンEに関する研究—Ⅱ．肝油中のE含量とAの安定度について
……内 藤 幸 次（北海道衛研）

282. 共軛脂肪酸に関する研究—Ⅵ．ビタミンAの Hypo, Opt, Hyper 給与ネズミに対する共軛脂肪酸の影響について……土屋靖彦・°鹿山 光（東北大水）

283. 淡水魚の V・$A_1$ 及び V・$A_2$—V．鮒肝膵臓及び，消化管についての *in vitro* の実験……°秦 満夫・大西登史良（東北大水）

284. ヤツメウナギ消化管中のAについて—Ⅱ．……山 田 充 阿 彌（東海水研）

285. ビタミンAの大量給与に関する研究—Ⅲ．……東 秀雄・°金田尚志・酒井寿枝（東海水研）

286* 輸出ビタミン油A単位定量値の日米間における差に対する考察
……横 山 浩（農林省輸出品検査所）

## 産業廃水シンポジウム

1. 技術会議でとりあげている研究課題とその成果の概要……佐々木輝夫（農林水産技術会議）
2. 水質汚濁規制の基準に関する法案……山田正男（水産庁調整二課）

## 水産増殖シンポジウム

1. 問題点の解説および一般的意見……今井丈夫
2. 資源研究における初期減耗問題の重要性について……土井長之・花村宣彦
3. 魚類の発育段階に関するソ連における研究の現況について……児玉康雄
4. カキ種苗の初期減耗……今井研究室
5. フジツボのナウプリウス幼生期における減耗……平野礼次郎
6. サケ，マスの放流用種苗の初期減耗……北海道鮭鱒孵化場
7. コイの種苗養成における初期減耗……鈴木清蔵
8. 歩減りとその条件—ノリその他……須藤俊造
9. 種苗の初期減耗に関する二，三の意見……加福竹一郎
10. 綜合討論……

## 生物環境シンポジウム

1. 気象，気候の周期性……高橋浩一郎（気象研）
2. 太陽黒点，凶冷，海洋気象の周期性……半沢正男（気象庁海洋気象）
3. 海況の周期性……福田二郎（気象研）
4. 水産生物（沿岸方面）における周期性……川名武（東海水研）
5. 水産生物の周期性についての諸問題……畑中正吉（東北大）
6. 海洋，漁場における周期性……宇田道隆（東水大）

# 昭和33年度日本水産学会秋期大会（予告）

昭和 33 年度日本水産学会秋期大会を次の通り開催致します。

1. 期　日　昭和 33 年 10 月 12 日～15 日

2. 場　所　新潟市万代島　日本海区水産研究所

3. 日　程　10 月 12 日(日)　研究発表会
　〃　13 日(月)　〃
　〃　14 日(火)
　午前　漁場形成に関するシンポジウム
　水産動物蛋白に関するシンポジウム
　午後　市内見学
　10 月 15 日(水)
　定置網漁業シンポジウム　於佐渡両津市

4. 研究発表申込締切　昭和 33 年 8 月 10 日

5. 研究発表申込先　新潟市万代島　日本海区水産研究所内　大会準備委員会

6. 研究発表要項　(1) 氏　名　(2) 題　目　(3) 所要時間
　(4) 要　旨　(400 字以内)

7. 昭和 33 年度日本水産学会秋期大会委員長　内　橋　　潔

以　上

備　考：開催に関する詳細は次号に掲載予定

昭和三十三年五月二十日　印刷
昭和三十三年五月二十五日　発行

第二十四巻　第一号

本号定価130円
(送料別)

編集兼発行者　松江吉行

東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会

東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社国際文献印刷社

発売所　株式会社国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段(33)0931

# ウノサワ

UW

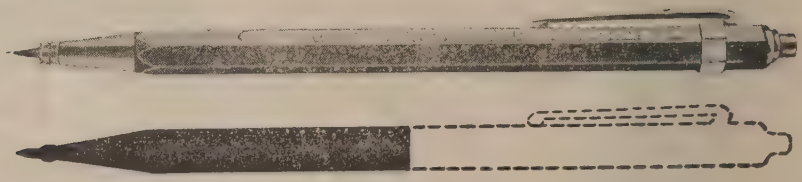
主要製品

渦巻タービンポンプ
空気ガス圧縮機
真空暖房ポンプ
コンデンセーションポンプ
クランク動各種ポンプ
空気力輸送機
汽動ポンプ
真空ポンプ
ルーツブロワープ
ギヤーポンプ

## 株式会社 宇野沢組鉄工所

本社及渋谷工場　東京都渋谷区山下町62番地
電話 白金(44)2211～4
玉川工場　東京都大田区矢口町945番地
電話 蒲田(73)2406

重さが、半分近くになりました



軽くて強い材料を選び、機構を簡単にしたため、今までのレッドホルダーにくらべて重さは半分近くになりました。

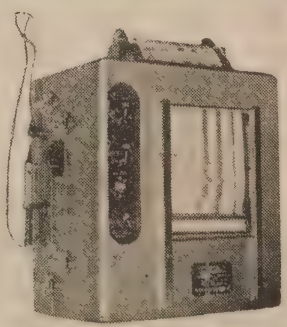
1本……¥ 200

# 三菱鉛筆

## H型魚群探知機

鮭鱒用

底曳用



### 海上電機株式会社

本社　東京都千代田区神田錦町 1 の 19
電話　東京 (29) 8181〜5
研究所　東京都武蔵野市吉祥寺 1587
電話　武蔵野 3131・6813
営業所　根室・小樽・八戸・塩釜・新潟・清水・神戸・境・宇和島・下関・福岡・長崎・鹿児島

販売・製造・装備・保守

## 広告は共栄へ

日本鋳物協会誌・日本水産学会誌
日本機械学会誌・日本鉱業会誌
化学と工業・日本化学雑誌
工業化学雑誌・電気化学協会誌
電気協会雑誌・繊維機械学会誌
石灰石・鋳鍛造協会誌
塩業時報・精機学会誌
定電界・高分子・土木技術
産業機械・建設の機械化

その他技術誌

御一報しだい係員参上致します

### 株式会社 共栄通信社

東京都中央区銀座西8の8（新田ビル）
電話 (57) 5333・5345

水産加工に油脂加工に
魚類の油焼け防止に

サステン B·H·A
B·H·T

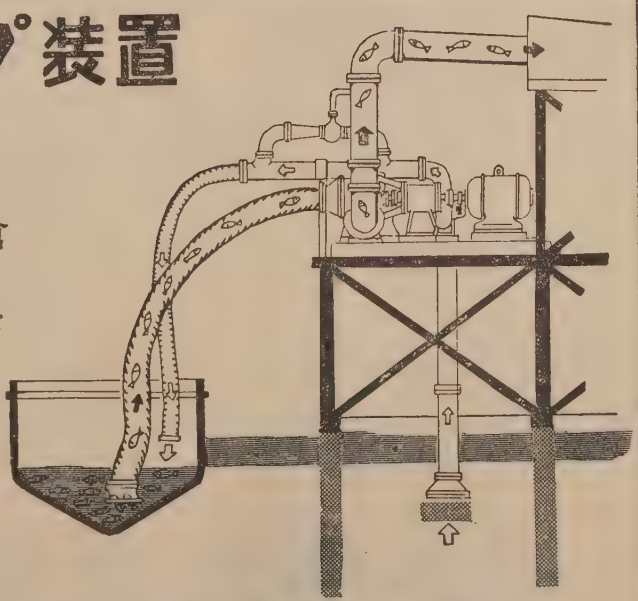
日本揮発油株式会社
東京都中央区日本橋室町2の1
電話日本橋(24) 3858·4867

魚揚げポンプ装置

船倉→岸壁
魚網→船倉

活魚・鮮魚の魚体を
痛めず揚送する。

魚の大きさ・魚と水との混合
比・実際の揚げる高さ・据付の
場所等詳細お知らせ下されば
仕様並に価額拝送致します。



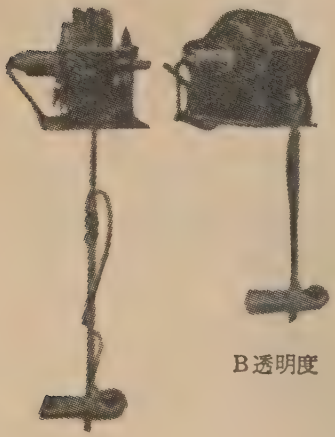
株式会社 酒井製作所
本社及工場 東京都大田区靴谷町4の8の8 電話(74) 0071・1371・1952・2271
東京事務所 東京都中央区八丁堀4の7(酒井ビル) 電話(55) 4564～5·5517

T.S.K

株式会社 **鶴見精機**

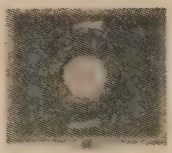
**THE TSURUMI SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD.**

No. 1506, Tsurumi-cho, Tsurumi-ku, YOKOHAMA, JAPAN

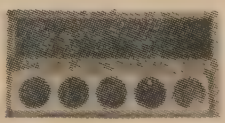


A透明度

B透明度



甲板照度



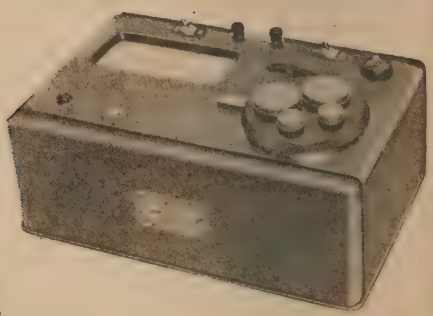
フイルター

透明度指示器

**T. S－水中透明度計一組**

三重大学水産学部坂本教授指導

**光電式比色計7型**



**炎光光度計** 確度 Na. 0.05 PPM
K. Ca. Mg 他

**万能分光光度計** 二重分光式
波長幅 5mμ

其他
蛍光光度計・濁度計・濃度計
連続比色分析計・光線計器

株式会社 **東京光電研究所**

東京都港区麻布新広尾町2の138
電話白金(44) 0443・7098

# 東京湾及びその附近のカタクチイワシ漁況について

渡辺佳一郎・井上　実
(千葉県水産試験場)　(東京水産大学)

# On the Catches of the Anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn) in the Tokyo Bay and its Vicinity.

Keiichiro Watanabe and Makoto Inoue

This article gives an analysis on catches of the Japanese anchovy, *Englaulis japonica* (Houttuyn) in the Tokyo Bay and its adjacent waters. The results may be summarized as follows:—

(1) Good catches usually appear during the period from November to February. (2) A seasonal migration occurs as the fish are entering to the Tokyo Bay on spring and exiting from the bay on late autumn. (3) It appears to be that two groups of the fish are existing in the waters of the southern part of the Uraga Channel and Tateyama Bay. One of them is migratory, and the other not migratory. (4) The water temperature, in which the fishing was made, ranges from 11°C to 27°C (Fig. 4).

## I. 緒　　言

館山に基地を置く揚繰網漁船は館山湾・浦賀水道・東京湾を漁場として，夏季 1，2 ケ月を除く以外は常に操業している。漁獲物の大部分はカタクチイワシで，主にカツオ・ビンナガ釣漁業の生餌として供給されている。

従来カタクチイワシの内湾～外海間の季節的移動についてくわしく解析したものはないが，筆者等は上記揚繰網漁船の操業記録を整理，解析して二，三の知見を得たのでここにその結果を報告する。

本研究にあたつて種々御指導を賜つた，東京水産大学久保伊津男教授，資料の蒐集に御協力をいただいた館山市船形藤田栄一，前川祥七両氏に厚く謝意を表する。

## II. 材料および方法

館山を基地とする揚繰網漁船 2 ケ統から，1950～'55 (1953 年分は欠) の日別の操業位置，漁獲量の記録を蒐集し，更に 1954, '55 については漁獲水温の資料をも併せて蒐集した。

浦賀水道並びに東京湾の操業海域を便宜上 4 海区に分け (Fig. 1)，その区分に従つて資料を整理し各海区の漁況，各海区間の漁況の関連性および漁場の季節的移動などについて解析した。なお海区 D は富津崎～観音崎を結ぶ線以奥の東京湾全体を含むものである。

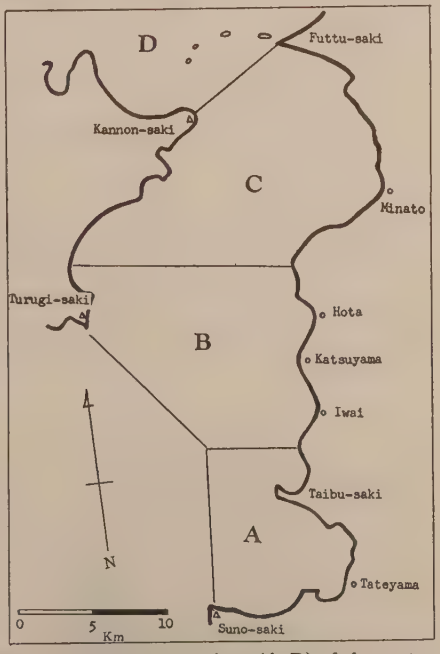



**Fig. 1.** Showing sections (A–D) of the waters of the Tokyo Bay and its vicinity.

1957 年 12 月 4 日受理

### III. 単位漁獲努力当漁獲高の海区別，年別，月別分布

漁獲量から単位漁獲努力当り（1操網当り）平均漁獲量を計算し，海区別，年別，月別に示した(Fig. 2)。この図によつて各年の漁況を比較すると，5ケ年を通して 11，12，1，2 月に好漁況が現われており，その他の月では不漁である。つぎに単位漁獲努力当り漁獲量が最高値を示した海区を年別，月別にとりだし 1950～'52，'54，'55 年の5年間の調査期間中におけるその海区別，月別分布を図示 (Fig. 3) して検討した。それによると，業者が東京湾ではカタクチイワシは晩秋 12 月頃までに湾内から湾外に出，初春ごろから再び湾内に入ると経験的に称していることとほぼ一致した傾向が，あまり明瞭ではないが，看取されるようである。すなわち Fig. 3 によると 4，5月ごろから漁場の重心は海区 B から D へと移動し，11 月までは海区 Dにあるようである。夏季 8，9 月は休漁期で漁は海区Dでは行われていないしするから，はつきりしたことはいえないが，夏季は館山湾から浦賀水道および東京湾一帯に魚群は散らばつているのではないかと思われ，秋期には比較的D海区南部に収束するものと考えられる。そして晩秋から初冬にかけて魚群は再び浦賀水道南部および館山湾方面へと移動するように思われる。しかし 1951 年1月，'52 年および '55 年の2月に各1回，合計3回D海区で好漁である，これらはすべてD海区南部に漁場があり，すなわち 1951 年1月は横須賀市猿島附近，'52 年2月は東京湾口中の瀬，'55 年2月は第1海堡 (C，D 海区境界北側直近) 附近においてそれぞれ操業しているので秋期にD海区に収束される魚群が時期的に遅れたものと思われる。

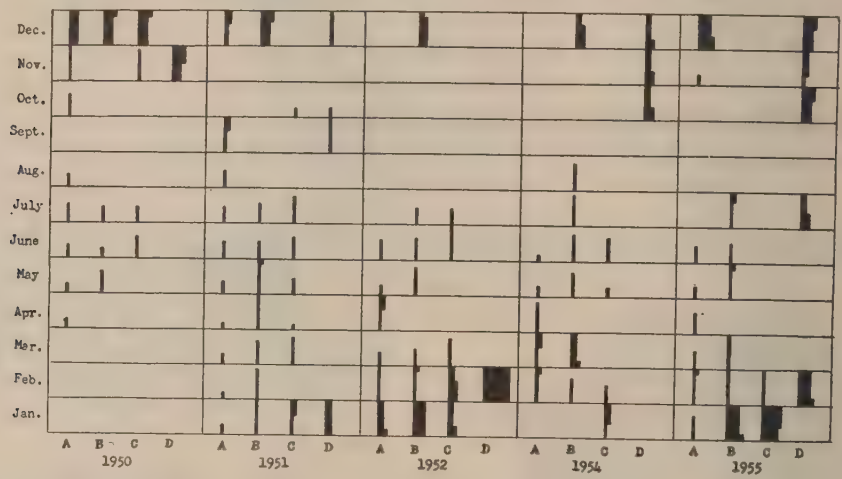



**Fig. 2.** Showing average amount of catches per unit in relation to years and months.

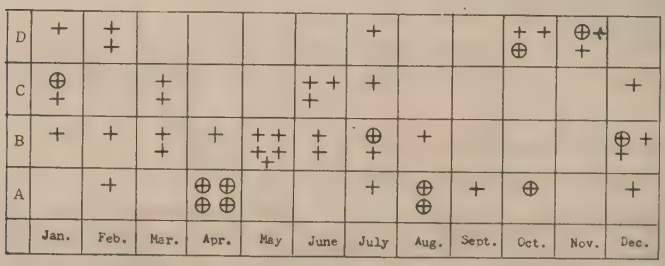



**Fig. 3.** Showing the largest average amount of catches per unit in relation to months. Circles with a cross, based on single datum.

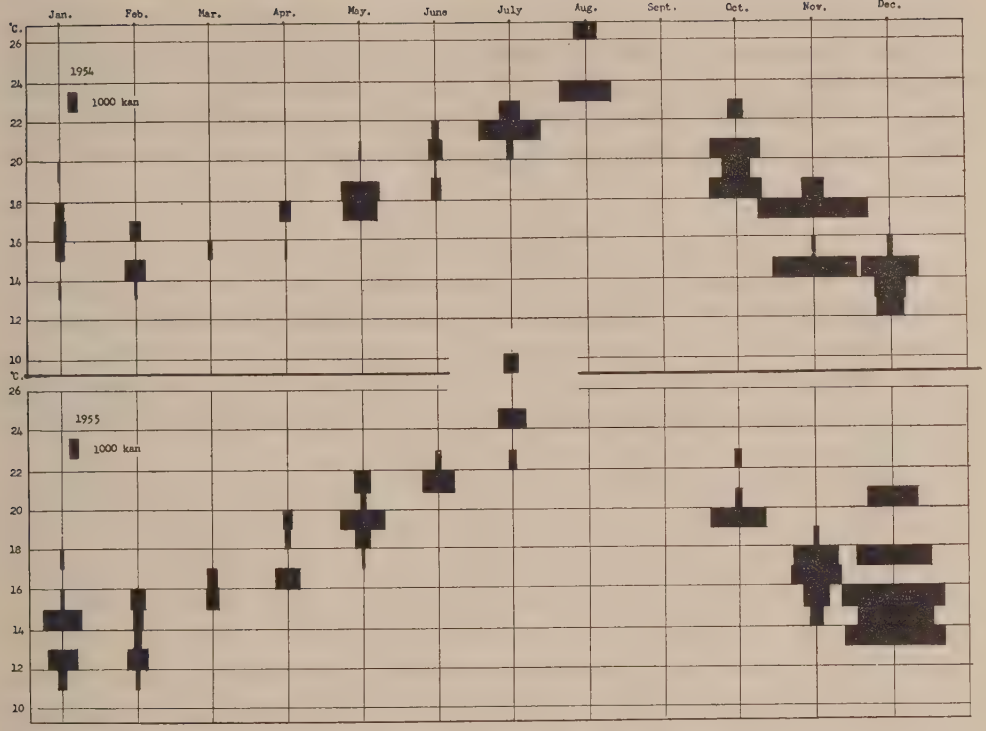



**Fig. 4.** Relationship between amount of catches and water temperatures in which the catches are taken.

## IV. 漁獲量と漁獲水温との関係

漁獲量と漁獲水温との関係は Fig. 4 のとおりである。1954, '55 年を通じて，漁獲のあつた最低水温は 11°C ('55 年 1 月)，最高水温は 27°C ('55 年 7 月) である。1 月から 5 月の間では '55 年の方が 1～2°C 低位であつたが，6 月以後は逆に高位を示し更に前年より 1 月早く最高漁獲水温 27,5°C を記録した。

漁獲量の大きさからみると，'54, '55 年とも 11, 12 月に集中的に多い，この時期の漁獲水温は '54 年 11 月 18～14°C, 12 月 16～12°C, '55 年 11 月 18～14°C, 12 月 20～13°C であり，両年とも 11 月の漁獲水温には差がみられなかつたが 12 月の水温では '55 年の方が温度範囲も広く，漁獲量も多かつた。

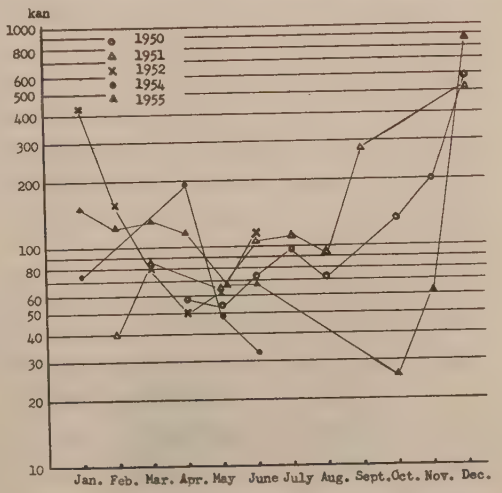



**Fig. 5.** Monthly average amount of catches per unit in the Tateyama Bay.

## V. A 海区（館山湾）における単位漁獲努力当り漁獲量の推移

Ⅲ節において魚群の季節的収束と東京湾内外の移動の状態を推測したが，A, B 海区は C, D 海

区に比較してほぼ周年にわたり操業されており，特にA海区における年間の操網回数は他の海区に比較して著しく多い。またA海区について一操網当り平均漁獲量の月別移動をみると（Fig. 5），魚群が東京湾内へ移動する晩春から湾外へ出る秋までの間はA海区の単位努力当り平均漁獲量は少なく，12月のそれは飛躍的に増加している。この事からみるとA海区の魚群の中には春季東京湾方面へ移動し晩秋ごろまでに回帰する回遊群と，夏季もA海区（1部B海区も含む）に残留して漁獲の対象となる滞留群の2群が存在するようである。

## VI. 摘　　要

1) 館山湾～東京湾の揚繰網によるカタクチイワシの好漁は晩秋から冬季（11～2月）にかけて現われる。

2) 浦賀水道附近のカタクチイワシ魚群は春4，5月ごろ東京湾内に入り，晩秋12月ごろまでに湾外に出る傾向がある。

3) 館山湾附近には春季東京湾方面へ移動し，晩秋ごろまでに同湾方面から回帰してくる回遊群と周年滞留している群との2系群がが存在し，毎年12月ごろにはこれらの2系群が重合して同湾およびその近海では好漁がみられる。

4) 漁獲水温は最低11°C，最高27°Cであつた。

# On Two New Specimens of the Catadromous Eels from Sea of Japan, with Special Reference to its Pituitary Gland

Yoshiharu Honma

*(Sado Marine Biological Station, Niigata University)*

The matured catadromous eels found in the deep waters of Japanese Islands have been recorded by Hirasaka and Honma ('54)[3] and Honma ('56)[4], which were caught from the Central Japan Sea for the first time. After a short time, Uchida ('56)[8] has mentioned on eight specimens of eels from the East China Sea. Moreover, according to a private letter of Matsui ('55)[9] eleven specimens of eels were obtained by him from the oceanic water. Hence, it is considered that about thirty specimens of catadromous eels were collected from the Japanese waters at the present time probably. Almost of these matured eels are females with fairly ripe ovary, while the knowledge of males are very scanty. Fortunately, the author has a chance of examination of another female and male catadromous eels once again, which were caught by the motor trawlers from offshores of Sado and Awashima Isls. on the late of 1955. These specimens were immersed in 10% formalin solution and preserved at the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory. Then, the author could examined its pituitary gland besides ovary, testis and thyroid. Now, he describes its details in this paper.

The author wishes to express his hearty thanks to Prof. K. Hirasaka, the Director of the Sado Marine Biological Station, and Assist. Prof. S. Murakawa, Department of Biology, Faculty of Science, Niigata University, for their kind criticism during this study. He is also indebted to Messrs. G. Katoh and A. Ouchi, the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, who have given him facilities to examine these precious materials.

Of these specimens obtained by the motor trawlers, the female eel was caught from the depth of 350 (m), off the coast of northeastern part of Sado Isl. (138°47′E, 38°17′N), and another male one was obtained from the depth of the north side of Awashima Isl.

As the results of measurements of these specimens shown in the following table (Table 1), the female is considerably larger than the others, which have been reported previously by the author. On the contrary, the male is very smaller and thinner than the others, and its external characters are still in the state of large orbits.

The ovary is in the bilateral asymmetry, since the left lobe being larger than the right like as in his previous report (Honma, '56)[4] (Table 2, Fig. 1, a). The weight

*Received Dec. 13, 1957.*

**Table 1.**

| Sex | ♀ | | ♂ | |
|---|---|---|---|---|
| Items | Measurements in mm | In total length | Measurements in mm | In total length |
| Total length | 733.0 | | 401.0 | |
| Head length | 89.0 | 8.24 | 46.0 | 8.72 |
| Snout | 16.6 | 44.16 | 8.0 | 50.13 |
| Eye | 8.8 | 83.30 | 6.0 | 66.83 |
| Upper jaw | 22.6 | 32.43 | 10.5 | 38.19 |
| Lower jaw | 24.0 | 30.54 | 11.5 | 34.87 |
| Length of anterior nasal tube | 3.0 | 244.33 | 1.8 | 222.78 |
| Posterior nasal aparture | 2.0 | 366.5 | 1.0 | 401.00 |
| Caudal fin | 16.8 | 43.63 | 6.0 | 66.83 |
| Pectoral fin | 40.0 | 18.33 | 20.8 | 19.28 |
| Interorbital space | 17.0 | 43.12 | 7.5 | 53.47 |
| Greatest width of head | 35.4 | 20.71 | 14.7 | 27.28 |
| Heighest depth of head | 40.5 | 18.10 | 16.4 | 24.45 |
| Depth of pectoral base | 41.3 | 17.75 | 16.2 | 24.75 |
| Depth of dorsal base | 51.0 | 14.37 | 19.0 | 21.15 |
| Depth of anal base | 53.0 | 13.83 | 20.0 | 20.05 |
| Predorsal length | 217.0 | 3.38 | 116.0 | 3.46 |
| Preanal length | 293.0 | 2.50 | 153.0 | 2.62 |
| Distance from dorsal base to anal base | 66.0 | 11.11 | 37.0 | 10.84 |
| Weight of body | 760.0 g | In body weight | 74.2 g | In body weight |
| Weight of liver | 13.9 g | 54.68 | 1.1 g | 67.45 |

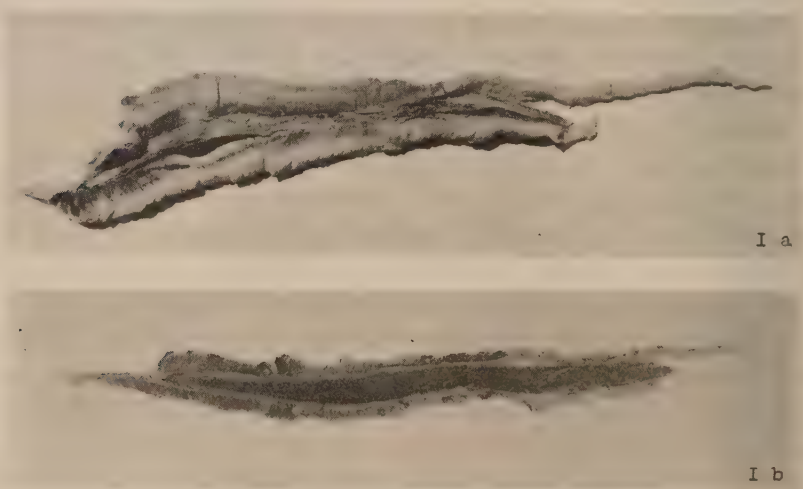



Fig. 1. The gonads of catadromous eels, ventral view.
a. The ovary; b. The testis

of ovary is lighter than the ovary of previous eel from Awashima Isl. (HIRASAKA and HONMA, '54; ca. 30.0 (g))[3], but heavier than that of the eel from off Uchino (HONMA, '56; ca. 13.3 (g))[4]. The diameter of ova are medium size when compared with former two examples (Table 3). The rate of ripeness of ova are reaching to that of ova of the eel from Awashima Isl., so that the developmental stage of these ova are older than the ova of the eel from off Uchino, which showed the two layers of cytoplasm.

The right lobe of testis lies more anterior than the left, even the latter lobe

**Table 2.**

| Weight of ovary | | 21.70 g | | |
|---|---|---|---|---|
| | Left | 11.00 g | Right | 10.70 g |
| Length of ovary | Left | 277.0 mm | Right | 226.0 mm |
| Width of ovary* | Left | 24.0 mm | Right | 19.0 mm |

* Greatest

**Table 3.**

| Diameter of egg in mm | 0.240 to 0.254 | 0.254 to 0.268 | 0.268 to 0.282 | 0.282 to 0.296 | 0.296 to 0.310 | 0.310 to 0.324 | 0.324 to 0.338 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Percentage | 2 | 12 | 14 | 36 | 19 | 14 | 3 |

**Table 4.**

| Weight of testis | | 483 mg | | |
|---|---|---|---|---|
| | Left | 231 mg | Right | 252 mg |
| Length of testis | Left | 115.0 mm | Right | 117.0 mm |
| Width of testis* | Left | 5.0 mm | Right | 4.6 mm |

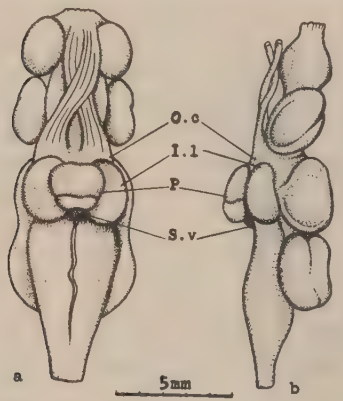
* Greatest

elongates to posteriorly like as in the case of ovary. However, the length and weight of right lobe is larger than left one, thus the testis differs from ovary in the mode of bilateral asymmetry (Table 4, Fig. 1, b). The testis is in the corrugated continuation of milky fan shape lobes, and the fine capillaries are running the surface of each lobes. After refixed with BOUIN's solution, two pieces of testis, cut from the most anterior and posterior parts, were sectioned in 8 ($\mu$) and stained with HEIDENHAIN's haematoxylin-light green and DELAFIELD's haematoxylin-eosin double stainings, and examined under the microscope. The testis is found in the state almost occupied with the spermatids, the spermatozoa being very difficult to recognize.

In the stomachs and intestines of both eels the author could not found any food particles except a little gruel in the stomach of female. The weights of livers of both eels are shown in the table (Table 1).

As mentioned in the previous paper ('56)[4], the pituitary gland of catadromous eel is

a rather flattened spherical body with the gentle slope of anterior part. While the posterior part of pituitary was expanding with its end becomes hollow a little. Moreover, there is a transverse constriction in the neighbourhood of the middle level of pituitary, dividing it into anterior lobe (pars tuberalis and principal lobe) and neurointermediate lobe (Fig. 2). Size of pituitary of this female eel is 2.6 (mm) in length, 2.0 in width and 1.8 in depth. After refixation, the gland was sectioned in 8 ($\mu$) and stained with HEIDENHAIN's Azan triple staining, and observed. In the pars tuberalis




2

Fig. 2. External morphology of the pituitary gland of catadromous eel.
a. ventral view; b. side view.
Abbreviations: O.c. Optic chiasma; I.l. Inferior lobe; P. Pituitary; S.v. Saccus vasculosus.

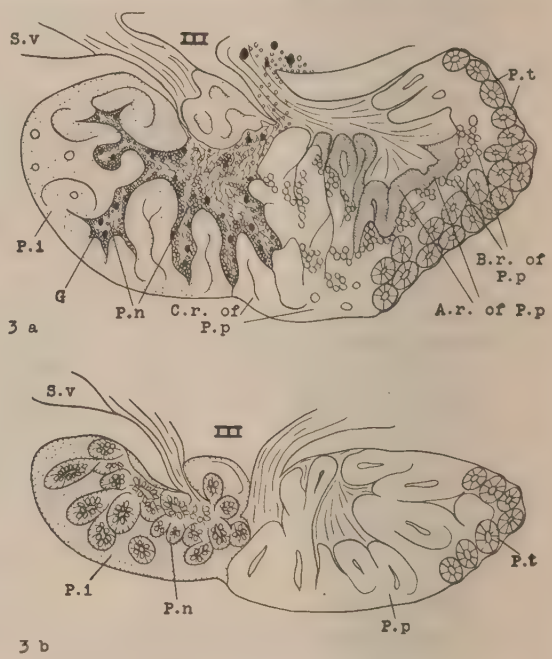



Fig. 3. Representative median divisions of the pituitary gland of Japanese eel.
a. catadromous eel; b. fresh-water eel.
Abbreviations: P.t. Pars tuberalis; B.r. of P.p. Cyanophilic region of Pars principalis; A.r. of P.p. Acidophilic region of Pars principalis; C.r. of P.p. Chromophobic region of Pars principalis; P.p. Pars principalis; P.n. Pars nervosa; G. Granules; P.i. Pars intermedia; S.v. Saccus vasculosus, III. Third ventricle.

of eel pituitary the chromophobic columnar cells were in the radial arrangement, with surrounding follicular lumens as mentioned by the author's previous report ('57)[6]. These follicular groups lie in the most anterior part of the gland as a thin layer. However, it seems probable that the numbers of follicles of catadromous eel are more numerous than that of other materials which are found in the fresh-water (those collected from the waters of the River Shinano, in Niigata City).

The principal lobe occupies about a half of glandular part. Although in the preparation of principal lobe of fresh-water eel some carmine cells and the mass of chromophobic chief cells are found, but in the case of catadromous eel these carmine acidophiles are grouped in the dorsal region of this lobe, and a wide area of ventral

region is occupied by the large polygonal chromophobic cells like as in the other teleosts. Furthermore, among this large mass of chromophobic cells cyanophiles of similar type are founded as in the state of the islands or isthmus. The author considered that these cell group to be gonadotrophs. The intermediate lobe forming a compact part, is the weak cyanophiles, surrounding the neural lobe (pars nervosa of neurohypophysis), and shows the cluster or acini and also the condition of convolution. The cells of this part of catadromous eel are denser than those of fresh-water eel.

When the pituitary of catadromous eel is compared with that of fresh-water one, the most remarkable difference could be seen in the histological figure of neurohypophysis. Hence, in the materials obtained from fresh-water in summer, this part is in form of fine acini, and in the central area of each acini the ependyma cells, forming the lumen, are founded. On the contrary, in the catadromous eel the acini are collapsed, and substituted by many acidophilic granules, varying in size. Furthermore, scattering fairly large hyaline bodies are seen, and the main part of neurohypophysis is in the network as in the fatty tissue (Fig. 3).

The thyroid gland is the compact tissue, and it composed of considerably closed follicles, in various sizes, as seen in the author's previous report ('56)[4]. Each follicles are surrounded by flattened epithelium respectively, and filled with homogeneous brilliant colloid which is stained with eosin moderately. Consequently, the histological figure of thyroid showed hypofunctioning state in accordance with the author's previous data ('56)[4].

Our knowledges concerning to the external morphology, contents of digestive canals, maturity of gonads, activity of thyroid and pituitary found in the catadromous eels from deep sea were fairly accumulated. Even, on the remarkable hypertrophy of whole pituitary and marked change of neurohypophysis of catadromous eel as reported in the present paper, have been only described briefly on the European eel (*Anguilla vulgaris*) by Evans ('38)[2]. The author now considers that these changes have not yet been noted on the other teleosts[1)6)7)]. Meanings of this histological figure found in neurohypophysis is not clarified but it seems to be probable that it is the results participating with the osmotic regulation or the salt-water balance[1)]. It is hoped that the analysis must be done experimentally regarding this point in future.

## References


1) Callamand, O., 1943: L'anguille europinne (*Anguilla anguilla* L.) les bases physiologiques de sa migration. *Ann. l'inst. Océanogr.*, xxi, 361–438.

2) Evans, H. M., 1938: A note on some seasonal changes in the pituitary gland of the eel (*Anguilla vulgaris*). *Proc. Zool. Soc. London*, cvii, 483–485.

3) Hirasaka, K. and Y. Honma, 1954: A catadromous eel from the Sea of Japan. *Jour. Fac. Sci. Niigata Univ.*, Ser. II, ii, 1–4.

4) Honma, Y., 1956: Another catadromous eel from the Sea of Japan. ibid., ii, 95–99.

5) ———., 1957: On the pituitary gland of some Japanese teleosts. *Jap. Jour. Ichthyol.*, v, 175–181.

6) SCRUGGS, W. M., 1939: The epithelial components of the teleost pituitary gland as identified by a standardized method of selective staining. *Jour. Morph.*, lxv, 187–213.
7) STENDELL, W., 1914: Die Hypophysis Cerebri. OPPEL's *Lehrb. vergl. mikroskop. Anat.*, viii, 1–162.
8) UCHIDA, K., 1956: On some catadromous eels from East China Sea. Read at *Ann. Meet. Jap. Soc. Sci.Fish.*, Apr. 1956.
After this manuscript was completed, the author was received a reprint of following interesting paper from Prof. I. MATSUI. The author thanks him for his kindness.
9) MATSUI, I., 1957: On the records of a leptocephalus and catadromous eels of *Anguilla japonica* in the waters around Japan with a presumption of their spawning places. *Jour. Shimonoseki Coll. Fish.*, vii, 151–167.

# 単眼性のサケ稚魚に見られた異常体色に就いて

本 間 義 治
(新潟大学佐渡臨海実験所)*

## On the Aberrant Body Color found in Synophthalmic Chum Salmon Parr, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM)

Yoshiharu HONMA

In this paper the author has described on the external morphology of deformed chum salmon parr (*Oncorhynchus keta*) with aberrant body coloration. Moreover, the histology of some endocrine glands and melanization of skin were observed.

1. The author thought that this monstrosity belongs to "Synophthalmia bilentica" in WERBER's classification, because it was under the condition of the approachment of both eyes, poor development of upper jaw, protruding of lower jaw, and uniting of nostrils which lie in the apex of head.

The atrophy of each fins and the delaying of differentiation of visceral organs were recognized.

2. Although the parr marks (lateral bars) and other dark spots were not founded, while the body coloration of this synophthalmic chum salmon parr shows pallor like as in the metamorphosing smolt stage salmon.

The epidermis of synophthalmic fish is thicker and also the melanization is denser than those of normal parr stage fish. As the melanin granules not exist in the melanophores, so that these granules do not controlled by adrenergic nerves. Furthermore, there are no scales in body sides.

Thus the origin of body color between synophthalmic parr and metamorphosing smolt salmon differs with each other.

3. The deformation and retardation of development of forebrain, chiefly hypothalamus, pituitary gland, saccus vasculosus and pineal body were recognized, on the contrary the hind brain was no changed.

The histology of the thyroid gland appeared to be in the condition of hypofunctioning figure.

4. The author has discussed on the origin of development of these abnormalities.

## はしがき

硬骨魚類の奇形に就いては，古くから多数の論著が発表されている。本邦産のサケ *Oncorhynchus keta* (W.) に就いても，半田 ('17, '25)，犬飼 ('25)，鈴木 ('27, '28)[13]，駒井 ('37, '38)，疋田 ('55)，本間 ('57) 等の諸報告がある。

筆者は，サケの甲状腺処理実験を行う為，新潟県水産試験場阿賀野川養魚場へ出張中，時折サケ奇形稚仔魚の採集に従事した。その際放流間近かの parr の中から，単眼性の奇形魚で，更に体色の異常なものを4個体入手する事が出来た。そしてこれ等の標本が，本種の変態や生理的体色変化を考究する上に，一資料を提示していると思われたので，ここに報告したい。

稿を進めるに当り，御指導を賜わった新潟大学理学部生物学教室の平坂恭介教授，村川新十郎助教授並びに材料の蒐集に御協力頂いた阿賀野川養魚場の種田俊彦技師に厚く御礼申し上げる。また有益な御教示を頂

1957 年 12 月 13 日受理

* 現在: 新潟大学理学部生物学教室

いた当時群馬大学医学部内分泌研究所の故榎並仁教授にも，心から謝意を表する。

## 材料及び方法

この観察に用いた材料は，前記養魚場の孵化水槽内より得たもので，群泳に参加する事無く単独に行動しており，しかも特異な体色を呈していたので，正常魚から容易に区別された。これ等の中4個体は，新潟大学の研究室内で 1953 年2月 22 日より約3ケ月に亘つて，直径 24cm のガラス製水槽中に同期 (parr) の正常魚と一緒に飼育した。換水には放置した水道水を用い，餌料としてイトミミズを与えたが，5月 17 日までの間に順次 BOUIN 氏液で固定した。固定した材料は，鰓蓋後端の位置で頭部を切断し，これを脱灰処理後 8μ のパラフィン切片を作り，DELAFIELD 氏のヘマトキシリン・エオシンの二重染色によつて鏡検した。以下これ等4個体に，夫々 A, B, C, D の記号を付して記述を進めたい。

## 観察結果

**1. 外形**——4個体共，いずれも単眼化に伴なつて頭部の1部が欠損しており，WERBER ('15, '16)[14] の提唱した **bilentic synophthalmia** の範疇に含まれる。すなわち，両眼の接近によつて両眼隔の無くなつたもの (A, C) から，或程度離れたもの (B, D) や，眼瞼及び水晶体の萎縮の為，眼球全体が小さくなつたもの (A) が見られる。吻が欠けているので，上顎先端が短縮して眼球前縁の直ぐ下に近く存在しており (A, B, C)，しかも正常魚とは反対に，下顎の力が突出して，その内咬は蔽われる事無く露出している。単眼化がひどくない場合 (D) でも，上・下顎は互いに合する事が無いので，いずれの奇形魚も常時開口の状態にある。鼻は正中先端に位置し，鼻孔は融合して1つになり，全体が一隆起となつて瘤状に突出している (A, C)。外鼻孔が2個の場合 (B, D) でも，位置は多少上昇している (Figs. 1, 2)。

従来，この様な頭部奇形を狆頭 (pug head, Mops kopf) と呼んでいた。ところで，ここに挙げた標本の中には，鰭にまで異常が見られるもの (A) があつたので，これを記して置く。この標本の尾鰭後縁は截形型であつて，正常魚の様に叉状でなく，しかも尾鰭基部の背縁に欠刻がある。胸鰭はグローブ型に萎縮し，また背鰭後方軟条は，彎曲して発達が悪い。なお，腥部が正常魚より高くて側扁化の著しいものや，臍嚢の吸収換言すれば内臓諸器官の分化が遅れていると思われるものもあつた。しかし，夫々の孵化日が不明の為分化の程度について明確な議論をする事は不可能である。

**2. 体色など**——上記した奇形魚の体色は，いずれも背方が緑かかつた着白色であり，腹方は銀白色で皮下に著しくグアニンが沈着している。この色調は smolt のそれに良く似ていて，正常魚のような parr mark や着黒色の斑点は認められない (Figs. 1, 2)。次に奇形魚に於ては，原黒色素胞がその突起で皮膚の細胞を取り囲み，其処へ色素原体を送りこんでメラニン色素を形成させており，メラニン顆粒は真皮と表皮の間に非常に稠密に分布している。すなわち，この奇形魚に於ては正常魚のように原黒色素胞にメラニン色素が形成され，これが色素運動神経に支配されているものとは異なるので，銀鱗をもつた smolt の体色発現機構とは大きな違いがある (Figs. 12, 13)。この点に就いては，後節で論じたい。なおこの奇形魚の表皮層は，正常の parr と smolt との中間の厚さであつた (Figs. 9, 10, 11)。

**3. 頭部の内分泌腺など**——切片によつて観察すると，正常魚 (parr) の脳下垂体は漏斗形で，外胚葉性の下生嚢に由来する腺性細胞群と，同じく間脳底に由来する神経性の細胞群の区別は容易である。そして，腺状細胞群の中には数個の沙胞が見られる他，下垂体の前後には豊富に固着した発達した血管嚢が存在している[15]。一方，奇形魚に於ては，漏斗状に明確な下垂体が見当らず，腺細胞群と神経細胞群の区別もはつきりしたい。いずれの標本に於ても，下垂体が極端に変形・萎縮したか，または分化が進まずに終つたらしい。さらに奇形魚の前脳の他の部分も著しい障害を受けた為と考えられ，外観異常の最も少ない標本 (D) でも，この部分は左右不相称を示し，特に視床下部で甚だしかつた。また，血管嚢や松果腺も非常に変形していたが，後脳部には何等の変化も認められなかつた (Figs. 3, 4, 5, 6)。

次に正常魚 (parr) の甲状腺は，沙胞上皮より成り，コロイドは上皮と離れてその周縁が波状を呈して

おり，活動状態の組織像と考えられる。しかるに奇形魚のそれは，汗胞上皮が扁平で汗胞腔内にはエオシンを良く摂つたコロイドが充満しているのが見られ，機能低下の状態にあると判断される (Figs. 7, 8)。

## 考　　察

有尾類を材料とした ADELMAN ('29～'36)[1]を始めとして三上 ('39, '41) その他多数の研究者による一連の実験により，眼原基に対在性を与えているものは，それを裏付けている原腸蓋の殊に前脊索域であると云われている。一方 STOCKARD ('07, '09) の先駆的な研究を始めとし，WERBER ('15, '16)[14], LEHMAN ('23～'38) 等は，諸種化学薬品で発生初期の魚卵を処理して前脊索域に障害を与え，種々雑多な単眼奇形を得ている。脳下垂体の腺状部や漏斗の分化も，先ず前脊索板の誘導によつて惹き起されるもので，その結果作られた下生嚢と漏斗神経葉との接触が相互に作用し合つて，脳下垂体を完全なものに作り上げると云われている (GILBERT, '34, '35; 植松, '40; 川上, '42; 三上, '44)。また鼻の形成にも，前脳及び原腸蓋の先端の協力が必要であると云う (川上, '48)。筆者がここに報告したサケ (parr) の奇形魚は，その成因が全く不明である。しかし乍ら，恐らく陥入期に前脊索域に障害を受けた事などにより，発生が異常のまま進行し，その結果単眼化，前脳の異常，鼻孔の癒合などが生じ，更に視床下部や脳下垂体，口顎の発生にまで影響したものであろう。

脳下垂体の前葉が欠けていると，甲状腺は萎縮して機能低下を来たし，この為にオタマジャクシの変態は不能となる (ALLEN, '17, '32; LYNN and WACHOWSKI, '51 等)。魚類でもウナギやヒラメでは，変態の際に甲状腺が関与している事が知られており (SKLOWER, '30[12]; VON HAGEN, '36 等)，同様な事はサケでも見られ (FONTAINE et al, '38; HOAR, '39)[4]，実験的に変態の促進が成功している (LANDGREBE, '41[8]; ROBERTSON, '48, '49[11]; LA ROCHE and LEBLOND, '52[9]; HOAR, '51[5]; DALES and HOAR, '54; 本間・村里, '55[6])。すなわち，甲状腺ホルモンは魚体内の代謝を活発にして，メラニン色素細胞の崩壊・減少をもたらし，皮膚などの結締組織層を肥厚させる。そして鱗が形成されると，その下にグアニンを沈着させるのである (smoltation, silverication, greenization などと呼ばれている)。

一方単眼性の奇形魚に於ては，脳下垂体が不完全の為甲状腺の機能は低下し，体内の代謝全般が低調で，さらに下垂体の中葉に由来する色素胞拡散ホルモン (intermedin) は分泌されないと思われる。それ故，メラニン細胞の崩壊が起らず，しかもこの細胞が交感神経の支配を受けていない為収縮する事もないのが，メラニン顆粒が過剰に見えた一因となつているのであろう。この奇形魚の表皮層が対照の parr より厚かつたのはどの様な理由によるのか不明であるが，この事も皮膚の色調の不透明化や蒼白化に与つているのかも知れない。

両棲類及び鳥類に於ては，メラニン細胞の発生起源は外胚葉系中間中胚葉 (mesectoderm) である神経冠に由来すると云われている (市川, '47; RAWLES, '48[10]; HÖRSTADIUS, '50)。一方，硬骨魚類のメラニン細胞の起源も，脊索と消化管との間に存在する中間細胞塊 (intermediate cell mass) に由来すると云われている (GOODRICH and NICHOLS, '33[3])。また硬骨魚類の普通の体色斑形成過程は，原黒色素胞 (melanoblast) に Dopa もしくは Tyrosinase が作用して色素顆粒 (melanin) を形成し，メラニン細胞となり，しかもこの細胞がその遺伝的性質に従つて斑紋状に集合するものであると云う。そして細胞内に色素粒が沢山貯まると移行は減少すると云うが，かくして交感神経との連絡を得て始めて色素の凝集拡散が行われるのである (榎並, '51[2]; HOWER, '36[7])。ところで単眼性のサケ (parr) に於ては，原黒色素胞が自己の突起で皮膚の細胞を囲み，其処へ色素原 (chromogen) を送りこんでメラニンの形成を促している。これは一般に哺乳動物の皮膚に見られる型であり，充分な神経支配は無いものと思われる。この事は極めて興味深く，表皮と真皮との間にメラニンが稠密に分布しており，恰も極端な拡散状態の様な像を呈していたのも，この為によるものと考えられる。

この様な単眼性の奇形魚に見られた異常体色の原因としては，非常に変則的な色素形成（神経支配を受けられない為であろう）と，眼の機能の正常でない事，さらに視床下部が損傷しているので該所より交感神経

への血管が円滑に行われない事などにもよるのではなかろうか。いずれにしても，この問題は，今後正常魚に対して実験的分析を行う事によつての み解明せられるであろうから，本稿では単なる推測に留めて置きたい。

## 要　　約

頭部に単眼性の奇形を有し，更に体色にも異常を来たしているサケ *Oncorhynchus keta* の稚魚 (parr) の外部症状を記載し，併せて組織標本によつて頭部の内分泌腺やメラニン細胞の観察を行つた。

1. 頭部に於て，両眼の接近癒合に基ずく単眼化，上顎の欠損乃至は短縮，下顎の突出，外鼻孔の位置の上昇または癒合して頭頂先端に一隆起となつて存在している事などにより，この奇形は Synophthalmia bilentica の範疇に入る。

胸鰭や背鰭の萎縮，尾鰭の変形を伴つた個体もある。内臓の分化も遅れるようである。

2. 体色は，変態した smolt に類似した蒼白色 (pallor) を呈するか，正常魚に見られる parr mark やその他の斑点は認められない。表皮層は正常魚 (parr) より厚く，メラニン色素は稀薄であるかメラニン細胞中に無く，従つて充分な交感神経の支配を受けていない。また鱗も形成されていないので，smolt の体色発現機構とは別のものである。

3. 前脳，特に視床下部の損傷が甚だしく，脳下垂体も認め難い。血管嚢や松果腺も変形しているか，後脳には異常が見当らない。

甲状腺の組織像は，機能低下の状態を示していた。

4. 以上の諸点より，この奇形の発現機構について議論した。

## References

1) ADELMANN, H. B., 1936: Quart. Rev. Biol., **11**, 161～182; 284～304.
2) ENAMI, M., 1951: Jikken Keitaigaku (*Jap. Jour. Exp. Morph.*), (7), 1～22. In Japanese.
3) GOODRICH, H. B., and R. NICHOLS, 1933: *Biol. Bull.*, **65**.
4) HOAR, W. S., 1939: *Jour. Morph.*, **65** (2), 257～296.
5) ———————., 1951: *Publ. Ontario Fish. Res. Lab.*, (71), 1～51.
6) HONMA, Y., and S. MURAKAWA, 1955: *Jap. Jour. Ichthyol.*, **4** (1～3), 83～93. In Japanese with English summary.
7) HOWER, H. R., 1936: *Jour. Exp. Biol.*, **3** (2), 123～140.
8) LANDGREBE, F. W., 1941: *Jour. Exp. Biol.*, **18** (2), 162～169.
9) LA ROCHE, G., and C. P. LEBLOND, 1952: *Endocrin.*, **51** (6), 524～545.
10) RAWLES, M. E., 1948: *Physiol. Rev.*, **28** (4), 383～408.
11) ROBERTSON, O. H., 1949: *Jour. Exp. Zool.*, **110** (3), 337～355.
12) SKLOWER, A., 1930: *Forsch. Fortsch.*, **6** (33), 435～436.
13) SUZUKI, N., 1928: *Arb. Anat. Inst. Kais. Jap. Univ. Sendai*, (13), 91～196.
14) WERBER, E. I., 1916: *Jour. Exp. Zool.*, **21** (4), 485～584.
15) WOODMAN, A. S., 1939: *Jour. Morph.*, **65** (3), 411～436.

**Explanation of Figures.**

Figs. 1 and 2. External morphology of chum salmon parr (ca. × 2).
1. Normal fish; 2. Synophthalmic fish.

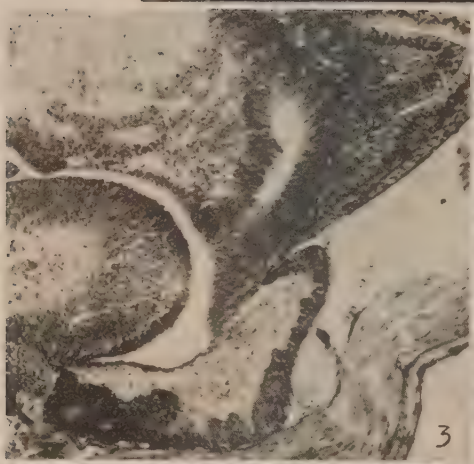
Figs. 3, 4, 5 and 6. Section of pituitary region of chum salmon parr (ca. × 200).
3. Normal fish (Longitudinal section); 4. Normal fish (Transversal section); 5. Synophthalmic fish (Longitudinal section); 6. Synophthalmic fish (Transversal section).

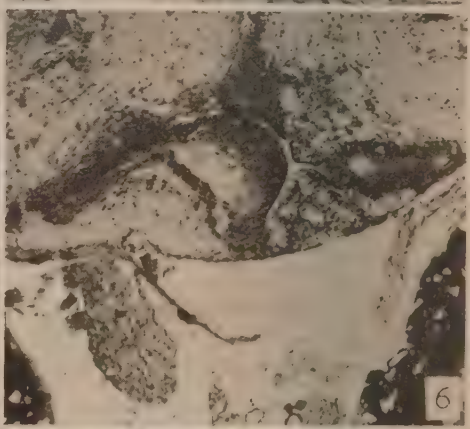
Figs. 7 and 8. Longitudinal section of thyroid region of chum salmon parr (ca. × 200).
7. Normal fish; 8. Synophthalmic fish.

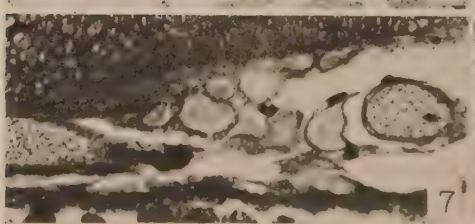
Figs. 9, 10 and 11. Transversal section of head skin of chum salmon (ca. × 200).
9. Normal fish (Smolt stage); 10. Normal fish (Parr stage); 11. Synophthalmic fish (Parr stage).

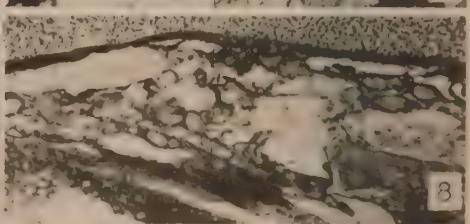
Figs. 12 and 13. Diagrammatic illustration of melanophores of chum salmon parr (ca. ×600).
12. Normal fish; 13. Synophthalmic fish.

附　　図（I）



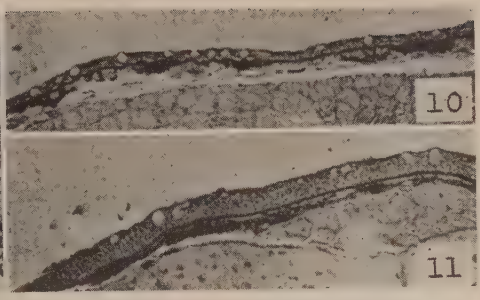


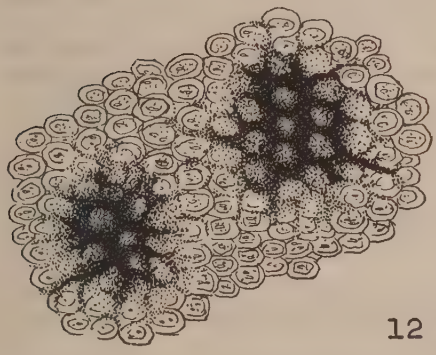
附　　図 (II)

9

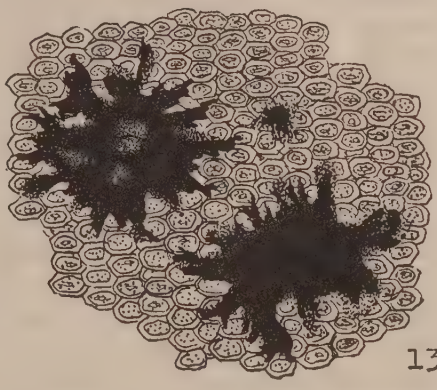


10

11



12



13

# ニジマスにサイアジンを経口投与した時の組織内濃度に就て

保科利一
(東京水産大学)

## Tissue levels of thiasin in rainbow trout.

Toshikazu Hoshina

The tissue concentrations of thiasin (3,4-dimethyl-5-sulfanilamido-isoxazole) given to rainbow trout at the rate of 100, 150 and 200 miligrams per one kilogram of fish per day were examined. The rainbow trouts, weighing on the average 15 grams per fish were kept in troughs and fed with the drug-containing food once a day at the rate of about 2.5% of fish weight per day. The water had the temperature of 12.7~14.0°C during the experiments.

The determinations were made by extracting the ground tissue in alcohol, treating the extract with Tsuda's reagent ($\beta$-diethyl aminoethyl-$\alpha$-naphthyl amine oxalate) and proceeding with a photo electric colorimeter. The results are presented in the Table 1 and Fig. 1.

養殖魚類の細菌性疾病の治療にサルファ剤が応用されている。サルファ剤を魚に経口投与した場合に於ける組織内或は血中に於ける濃度に就ては，SNIESZKO and FRIDDLE (51′, 52′) が各種のサルファ剤をカワマスに与えて調べており，又サルファメラジンに就ては，ニジマス，カワマス，ブラウントラウト等を使用して詳細な研究を行つている。然しサイアジンの例はない。サイアジンは各種サルファ剤の中でも優れたものとされているが，魚類の細菌性疾病に対しても優れた治療効果を発揮する。著者は本剤をニジマスに与えてその組織内濃度の測定を試みた。以下本実験に就いて報告する。

**供試魚並びに実験方法**　供試魚は東京都水産試験場奥多摩分場で養成中の健康なニジマス（平均体重約15g）を使用し，1群30尾宛の三つの魚群に分け，これ等をアットキンス式孵化槽に収容して，放養魚体重1kg当り1日量として，それぞれ100，150及び200mgのサイアジンを飼料によく混和して与え，飼育を続け，その間一定日数毎に各群から3尾づつ取揚げて分析資料に供した。

放養当時の各群の総体重は454g，446g，435gであつて，これ等は孵化槽で1週間飼い馴らしてから投薬を開始した。そこで投薬を開始するときの総体重は460g，450g，440gと見做してサイアジンを秤量した。その後は，魚を取揚げるに応じて総体重を推定して，定めた用量になるように薬剤を秤量した。

投餌は1日1回で，1日の投餌量は放養魚体重の約2.5%とし，全部の魚が食べられるよう充分注意して与えた。薬剤は続けて10日間投与し，又水温は12.7~14.0°C，平均13.4°Cであつた。なお対照魚は実験魚と同じlotのほぼ同じ大きさの魚を養魚池から取揚げて，使用した。

定量は肝臓，腎臓，筋肉に就て行つたのであるが，供試魚が小さいため分析に供した材料の量は組織毎に異なつている。肝臓と腎臓のときは3尾分のものを小さな乳鉢にとり充分すりつぶしてから，肝臓は0.500g腎臓は0.400gを（但し所定の量をとり得なかつた場合が相当あつた），筋肉の場合は3尾分の体側筋全部を同様に処理したものから2.000gを用いた。以後の処理は次の通りである。(1) 秤量した材料に無水アルコールを加え試験管に移し，Water bathの中で加温，3時間浸出して沪過，(2) 沪液を肝臓，腎臓のときは20cc，筋肉のときは50ccとし（いずれもアルコールを加えて定量とする）その10ccをとつて，15% ト

1958年2月4日受理

リクロール酢酸 2cc を加え除蛋白後沪過，(3) その沪液 5cc をとり 15% 塩酸 0.5cc，0.2% 亜硝酸ソーダ 4 滴を加えて 3 分間放置，次いで 25% 尿素 6 滴を加えて 30°C に 15 分間放置，(4) それに 0.2% の津田試薬 5 滴を加えて発色せしめたものをアルコールを以て全量を 10cc となし，これと濃度既知のサイアジン規準液を同様に処理したものを標準として，光電比色計により比色定量。なお対照魚についても同様に処理して，測定し，供試魚の測定値からその値を除去して計算した。全サイアジンの定量は除蛋白した沪液 10cc に 15% 塩酸 0.5cc を加え Water bath の中で 1 時間煮沸し，冷却後 10cc となし，その 5cc をとり前者と同様に処理して測定した。

**実験結果及び考察**　実験結果は Table 1, Fig. 1 に示す通りであつて，その濃度は肝臓に於て最も高く次いで腎臓，筋肉の順である。投薬の継続により各組織に於いて漸次濃度の上昇が見られたが，投薬中止により，急激に低下し，投薬中止後 3 日目の材料では 200mg 投与群を除き殆んど検出されなかつた。

Table 1. Levels of free and total thiasin in various tissues of fingerling rainbow trout (average weight 15 grams) which received the drug at the three different rates, 100, 150 and 200 milligrams per one kilogram of fish per day. Determinations were made with composite samples, each of three fishes.

| Days after the start of treatment | Dosage rate | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | | | 150 | | | 200 | | |
| | Thiasin in trout tissues in milligrams percent | | | | | | | | |
| | Liver | Kidney | Muscle | Liver | Kidney | Muscle | Liver | Kidney | Muscle |
| 2 | — | 2.6 | 1.9 | 6.9 | 4.3 | 2.8 | 9.6 | 4.8 | 3.8 |
| 4 | 3.5 | 2.4 | 2.2 | 8.2 | 5.5 | 3.4 | 18.0 | 10.0 | 6.4 |
| 6 | 7.6 | 6.1 | 3.1 | 10.7 | 8.7 | 3.6 | 17.0 | 9.2 | 4.9 |
| 8 | 6.5 (7.6) | 4.4 (5.2) | 2.6 (3.6) | 9.6 (11.0) | 6.5 (8.3) | 4.8 (5.4) | 18.2 (22.1) | 8.4 (11.0) | 4.7 (5.4) |
| 10 | 4.3 (5.8) | 3.2 (4.6) | 2.8 (—) | 4.8 (5.8) | 2.2 (2.7) | 2.0 (2.3) | 12.0 (14.4) | 5.6 (—) | 3.6 (4.0) |
| 12 | 0 (—) | 0 (0.2) | 0 (0.2) | 0.5 (0.9) | 0 (0.2) | 0 (0.2) | 1.5 (2.1) | 0.9 (1.3) | 0.7 (1.1) |
| Average 2 to 10 days | 5.5 | 3.7 | 2.5 | 8.0 | 5.4 | 3.3 | 15.0 | 7.6 | 4.7 |

* Treatment with thiasin was stopped on 11th day.
Numerale put in parenthesis indicate the total thiasin.

以上の結果により，本剤は魚体より容易に排泄されるものと認められる。もつとも，SNIESZKO and FRIDDLE (1950) 等も各種のサルファ剤をカワマスに投与した実験に於て，投薬中止後 3 日以内にしてその組織内濃度は 1mg% 以下に低下することを観察している。なお同氏等はサルファメラジンをマスに投与した場合の組織内濃度は個体により著しい変動のあること，又その濃度は魚の大きさ，投餌量等に左右される事を確めている。同氏等が平均体重 40g のニジマスに，サルファメラジンを魚体重 100g 当り，1 日量 20mg 宛投与した場合，投薬開始後 4～21 日迄 (21 日に投薬中止) の各組織に於ける同薬の平均濃度は筋肉 8.5mg，血液 14.5mg，肝臓 14.5mg，腎臓 12.6mg (いずれも mg%) であつたという。著者の実験例では，ニジマスにサイアジンを魚体重 100g 当り 1 日 10, 15, 20mg 宛 10 日間投与し，投薬開始後 2～10 日迄の各組織に於ける同薬の平均濃度を Table 1. に示してあるが，これと上記の結果を比較すると腎臓，筋肉，特に筋肉に於ける濃度が低くなつている。

筋肉の濃度が特に低いのは，或は浸出が不充分であつたのでないかと考えられる。更に尚，サイアジンを経口的にニジマスに与えた場合よく腸管から吸収され，投薬期間中は漸次組織内の薬剤濃度は上昇するが，

投薬中止により可成り速やかに低下してくる事が明らかである。アセチール化体は全実験例を通じて 10.0～44.0%，平均 21.7% であつた。本実験の用量では魚体に対し何等の影響も認められなかつた。実験期間中各群の魚がよく摂餌し，又実験終了後残つた魚（各群で 12 尾ずつ）はそのまま 2 週間飼育して見たが何等の異常もなく経過した。ニジマスはサルファ剤に対し割合に抵抗性が強いらしく，GUTSELL and SNIESZKO (1947) 等の行つたニジマス，カワマス及びブラウントラウトにサルファメラジンを魚体重 1kg に対し，1 日量 110, 220, 330 mg を 45 日間投与した実験でもニジマスだけは影響されなかつたようである。但し病魚の場合は必らずしも同様でないかも知れない。然しサイアジンの場合は，用量 1 日 200 mg/kg（魚体重）を与えて何等の影響も観察されなかつた（著者の実験）。以上の実験成績から考察してニジマスのビブリオ菌病の治療に本剤を 1 日量 150～200 mg/kg（魚体重）を投与すれば 2～3 日で充分効果的な濃度に達することが見込まれる。又実際に行つた実験例でも，数日にして著明な効果が観察されている。

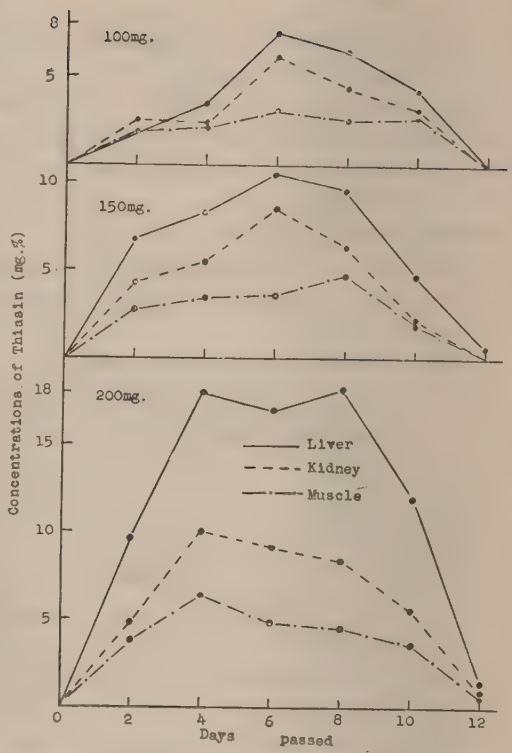



Fig. 1. Graphic representation of the results shown in the Table 1.

**結　論**　サイアジンをニジマスに魚体重 1kg 当り 1 日 100, 150 及び 200 mg 宛 10 日間投与し，同剤の組織内濃度を測定し次の結果を得た。濃度は肝臓に於て最も高く，次いで腎臓，筋肉の順をなし，投薬の継続により漸次濃度の増加を示したが投薬中止により急激に低下し，投薬中止後 3 日目に於ては 100～150 mg 投与魚群では殆んど検出されなかつた。投薬開始後 2～10 日に至る間の各組織に於ける平均濃度は，100 mg 投与群：肝臓 5.5 mg%，腎臓 3.7 mg%，筋肉 2.5 mg%，150 mg 〃：肝臓 8.0 mg%，腎臓 5.4 mg%，筋肉 3.3 mg%，200 mg 〃：肝臓 15.0 mg%，腎臓 7.6 mg%，筋肉 4.7 mg% であつた。アセチール化体は各組織を通じ 10.0～44.0%，平均 21.7% であつた。

本研究に当り，供試魚及び施設の使用に多大の便宜を与えられた東京都水産試験場奥多摩分場長　松本太郎氏に，又供試魚の飼育を担当して助力された増田純技補に深謝する。なお本研究に要した費用の一部は文部省科学研究費（各個研究）による，記して深謝の意を表する。

## 参 考 文 献

1) BRALTON, A. C. and E. K. MARSHALL., 1939. A new coupling component of sulfanilamide determination. Jour. Biol. Chem., Vol. 128, pp. 537～550.
2) GUTSELL, J. S. and F. S. SNIESZKO., 1947. Response of brook, rainbow and brown trout to various dosage of sulfamerazine. Trans. Am. Fish Soc., Vol., 77, pp. 93～101.
3) SNIESZKO, S. F and S. B. FRIDDLE., 1951. Tissue levels of various sulfonamides in trout. Trans. Am. Fish. Soc., Vol. 80, pp. 240～250.
4) ., 1952. Further studies on factors determining tissue levels of sulfamerazine in trout. Ibid., Vol. 81, pp. 101～110.

# 底魚の垂直分布—II.

神田献二
(東京水産大学)

# Vertical Distribution of Bottom Fishes—II.

Kenji KANDA

In order that vertical distribution of some bottom fishes in the East China Sea and the Yellow Sea may be inferred for every season as well as for every division of the fishing ground, the values of mean catch (geometical means) were calculated out from the statistics data of catch as $C_{OT}$ and $C_{PT}$ for otter trawl and pair trawl, respectively. Further, the ratio $C_{OT}/C_{PT}$ was also calculated just like the previous report[1]. The numerals thus obtained for 12 species of bottom fish are shown in Table 1~12 and graphycally in Fig. 1.

前報[1]に於ては対象魚類の潜入性，浮上性を明らかにする為，昭和 28 年度以西トロール機船底曳網漁業漁獲統計要報の資料[2]を用い，トロール船数が底曳船数より甚しく少なかつたことから来る欠陥を軽減するため，魚種毎にトロールの月漁獲量が最も大きい月についてトロールと底曳の何れもが操業した漁区に就て単位漁獲量の比較を行つた。

東海黄海の底魚は従来の研究によつて魚群の移動径路がおよそ明らかにされているので[3)4)5)6)]，以西底曳網漁業はこの魚群の移動を追つてかなり広い範囲に亘つて周年漁業される。そこで季節的にかなり広い範囲を移動する魚群について，個体密度の垂直分布が季節により場所によつてどのように変るかを，月別漁場別にトロール及び底曳の 1 網当り漁獲量について比較してみた。

**1. マダイ** *Chrysophrys major* T. & S.

マダイの主群は 12 月頃から翌年の 3 月頃まで済州島の西方で越冬し，その後産卵のため済州沖合または渤海湾竜口沖合に北上，10 月頃再び南下するが，別の 1 小群が東海に認められる。昭和 28 年度にトロール，底曳共にマダイの漁のあつた漁区の分布を見ると，32°N を境として南北に切れているので，32°N 以北と以南とに分けて，第一にトロール，底曳共に操業してしかも少くとも一方には漁のあつた漁区の総数に対する，それぞれに漁があつた漁区数の比率すなはち漁の比率を計算し，第二には 32°N 以北または以南における 1 網平均漁獲量をトロール，底曳別に計算した。Table 1 はその結果である。漁の比率（第一）と 1 網平均漁獲量のトロール対底曳の比（第二）との関係は Fig. 1 にみるように，1 網平均漁獲量のトロール対底曳の比が大きく，しかも漁の比率のトロール，底曳の差が小さいのは 32°N 以北では 1 月または 2 月に，又以南では 4 月に極限値を示す。ところが Table 1 でわかるように 1 網平均漁獲量は 32°N 以北では 1 月と 2 月に最も大きく，32°N 以南では 4 月に最も大きい。これでみると濃密な魚群を形成する盛漁期には游泳層が低く，盛漁期を遠ざかるに従い游泳層が高くなるといえる。

**2. レンコダイ** *Taius tumifrons* (T. & S.)

レンコダイは季節的大回游をしないといわれている。底曳ではレンコダイが殆んど周年に亘つて漁れるが年漁獲量の分布から見ると漁場は次の 3 区に大別することができる。すなわち，五島列島西方の近海，東海の中部から南東に亘る所謂「中南」及び東海の南西台湾寄りの所謂「大南」がそれらである。年令組成は五

1958 年 3 月 15 日受理

**Table 1.** Monthly ratio of fising (OT-otter trawl, PT-pair trawl), mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning porgy, *Chrysophrys major* T. & S., calculated for various fishing grounds.

| Month | North of lat 32°N | | | | | South of lat 32°N | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ratio of fishing | | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Ratio of fishing | | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | OT | PT | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | OT | PT | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 0.83 | 1.00 | 14.5 | 4.67 | 3.10 | — | — | — | — | — |
| Feb. | 0.81 | 0.88 | 7.41 | 4.46 | 1.66 | 1.00 | 0.00 | — | — | — |
| Mar. | 0.52 | 0.95 | 4.18 | 3.03 | 1.38 | 0.46 | 0.92 | 0.35 | 0.29 | 1.21 |
| Apr. | 0.55 | 1.00 | 2.11 | 1.58 | 0.57 | 0.70 | 0.91 | 1.09 | 0.45 | 2.42 |
| May | 0.67 | 1.00 | 0.57 | 1.29 | — | 0.47 | 1.00 | 0.31 | 0.91 | 0.34 |
| Jun. | — | — | — | — | — | 0.25 | 1.00 | 0.015 | 0.066 | 0.23 |
| Jul. | 0.50 | 0.50 | — | — | — | 0.13* | 1.00 | 0.12* | 0.040 | 3.00* |
| Aug. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | — | — | 0.12 | 0.94 | 0.034 | 0.38 | 0.089 |
| Oct. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Nov. | 0.00 | 1.00 | — | — | — | 0.11 | 1.00 | 0.47 | 1.26 | 0.37 |
| Dec. | 0.72 | 0.86* | 0.066 | 1.64* | 0.040* | 0.56 | 0.78 | 0.043 | 0.019 | 2.26 |

Note; (*)-low reliability owing to the smallness of the number of hauling operated.

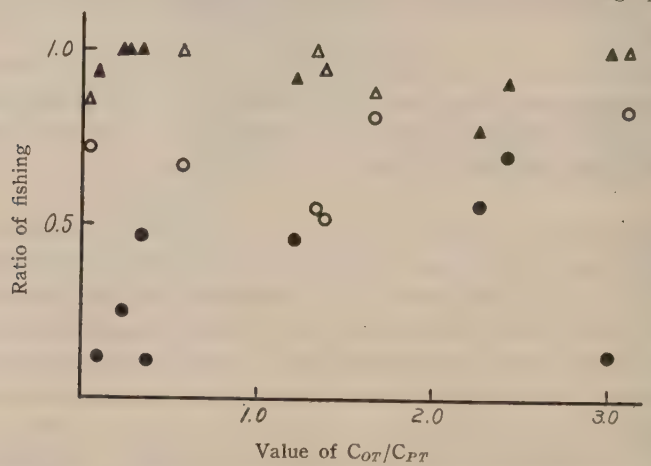



**Fig. 1.** Relation between the ratio of fishing and the value of $C_{OT}/C_{PT}$ for porgy, *Chrysophrys* T. & S., where ○, ● stand for otter trawl, the former showing northern parts to lat. 32°N and the latter southern parts to lat. 32°N, while △, ▲ stand for pair trawl, respectively showing the same meaning as for otter trawl.

島近海，中南，大南の順に高年魚が多く，1951～1952 の底曳の1網平均漁獲量の分布にもこれ等3区の間に差がみられる[6]。そこで 31°N 以北の五島近海西方（北部）と 31°N 以南，125°E 以西では 28°－30′N 以北（中部）および 28°–30′N 以南，125°E 以西（南部）について1網平均漁獲量のトロール対底曳の比を計算すると Table 2 の通りで，游泳層は北部の幼年魚の多い群[7]で最も低く，中部の群で最も高く，南部の高年魚の多い群[7]ではやや高いらしいことがうかがわれる。

**Table 2.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning snapper, *Taius tumifrons* (T. & S.), calculated for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Central part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Mar. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Apr. | 2.19 | 2.86 | 0.77 | — | — | — | 0.18 | 3.18 | 0.057 |
| May | — | — | — | 0.37 | 2.56 | 0.14 | 0.76 | 3.11 | 0.24 |
| Jun. | — | — | — | — | — | — | 0.017 | 10.8 | 0.0016 |
| Jul. | — | — | — | 0.21 | 0.66 | 0.32 | 0.0050 | 2.09 | 0.0024 |
| Aug. | 6.10 | 19.8 | 0.31 | 0.020 | 5.56 | 0.0035 | 0.34 | 5.24 | 0.065 |
| Sept. | — | — | — | — | — | — | 0.76 | 8.12 | 0.095 |
| Oct. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Nov. | 2.02 | 1.85 | 1.09 | 0.97 | 13.6 | 0.071 | — | — | — |
| Dec. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

### 3. アマダイ *Branchiostegus* sp.

トロール，底曳共にアマダイが漁獲されたのは 30°N 以北の東海中部以北と，30°N 以南の支那大陸沿岸寄りとに分布するので，30°N を境にして南北に分けて 1 網平均漁獲量のトロール対底曳の比を計算すると Table 3 のようになつて，北部と南部とで游泳層に違いがないように思われる。漁場の全域についての平均値をとつてみると，游泳層は 4～6 月，11 月に低く，3 月，8，9 月に高いことが知られる。

**Table 3.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning blanquillo, *Branchiostegus* sp., calculated for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | | Whole ground | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per crag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OP}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | 0.064 | 0.46 | 0.14 | 0.064 | 0.46 | 0.14 |
| Mar. | 0.0033 | 0.35 | 0.0094 | 0.33 | 0.76 | 0.43 | 0.12 | 0.64 | 0.19 |
| Apr. | 0.77 | 1.37 | 0.56 | 0.39 | 0.88 | 0.44 | 0.53 | 1.10 | 0.48 |
| May | 1.24 | 13.9 | 0.089 | 0.53 | 1.35 | 0.39 | 0.62 | 2.03 | 0.31 |
| Jun. | 3.23* | 3.07 | 1.05* | 0.38 | 1.31 | 0.29 | 0.50 | 1.45 | 0.34 |
| Jul. | — | — | — | 0.20 | 2.28 | 0.088 | 0.20 | 2.28 | 0.088 |
| Aug. | 0.11 | 0.19 | 0.58 | 1.13 | 7.38 | 0.15 | 0.77 | 4.01 | 0.19 |
| Sept. | 0.47 | 7.07 | 0.066 | 1.20 | 5.60 | 0.21 | 0.95 | 5.94 | 0.16 |
| Oct. | 0.32 | 0.54 | 0.59 | — | — | — | 0.32 | 0.54 | 0.59 |
| Nov. | 0.72 | 2.05 | 0.35 | 1.58 | 3.12 | 0.51 | 0.83 | 2.21 | 0.38 |
| Dec. | 1.07 | 1.13 | 0.95 | — | — | — | 1.07 | 1.13 | 0.95 |

Note; (*)–low reliability owing to the smallness of the number of hauling operated.

**Table 4.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning crimson seabream, *Evynnis japonica* TANAKA.

| Month | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
|---|---|---|---|
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — |
| Feb. | — | — | — |
| Mar. | 14.1* | 0.44 | 32.0* |
| Apr. | 0.38 | 1.88 | 0.20 |
| May | 0.99 | 3.78 | 0.26 |
| Jun. | 0.61 | 1.32 | 0.46 |
| Jul. | 0.12 | 1.46 | 0.082 |
| Aug. | 0.057 | 1.64 | 0.035 |
| Sept. | 0.20 | 0.88 | 0.23 |
| Oct. | — | — | — |
| Nov. | — | — | — |
| Dec. | — | — | — |

Note; (*)–low reliability owing to the smallness of the number of hauling operated.

**Table 5.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning long tailed snapper, *Nemipterus virgatus* (HOUTTUYN).

| Month | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
|---|---|---|---|
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — |
| Feb. | — | — | — |
| Mar. | 0.24 | 1.96 | 0.12 |
| Apr. | 0.48 | 2.73 | 0.18 |
| May | 0.73 | 3.29 | 0.22 |
| Jun. | 0.0085 | 0.33 | 0.026 |
| Jul. | 0.066 | 0.36 | 0.18 |
| Aug. | — | — | — |
| Sept. | 0.96 | 1.46 | 0.66 |
| Oct. | — | — | — |
| Nov. | 0.12* | 2.36* | 0.051* |
| Dec. | — | — | — |

Note; (*)–low reliability owing to the smallness of the number of hauling operated.

**4. チダイ** *Evynnis japonica* TANAKA

トロール，底曳共にチダイが漁れた漁区は，30°–30′N 以南，125°E 以西の支那大陸沿岸沿いに分布しているので，台湾海峡の魚群の北端の漁と思われる。前報で述べた理由により3月の分を除くと 7，8 月の夏期に游泳層は高く，4，5，6，9 月に游泳層が低くなることが Table 4 からわかる。

**5. イトヨリ** *Nemipterus virgatus* (HOUTTUYN)

トロール及び底曳共にイトヨリを漁獲したのは 30°N 以南の大陸沿岸に限られていた。計算の結果は Table 5 の通りで，游泳層は 6 月に特に高く，9 月に特に低いことがうかがわれる。

**6. ホウボウ** *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT)

済州島の西方および黄海の南部で漁獲されるホウボウと杭州湾の沖から東海の中部にわたつて漁獲されるホウボウとの関連は明らかでないが，3～5 月にトロール，底曳共にホウボウを漁獲した漁区が上の地域に分離して分布するので，両者を分けて計算すると Table 6 のようになる。これによると游泳層は両地域であまり違わないこと，および 6 月と 10 月に特に低く，3～5 月と 11 月に特に高いこと，および 2～4 月ホウボウが特に密集することがうかがわれる。

**Table 6.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning gurnard, *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT), calculated for various fishing grounds.

| Month | West of Saishu is. & Yellow Sea | | | Off Koshu-bay of East Cnina Sea | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 0.75 | 0.56 | 1.34 | — | — | — |
| Feb. | 0.92 | 0.89 | 1.03 | — | — | — |
| Mar. | 0.61 | 0.97 | 0.63 | 1.19 | 3.72 | 0.32 |
| Apr. | 0.29 | 0.55 | 0.19 | 3.56 | 8.80 | 0.40 |
| May | 0.044 | 0.33 | 0.13 | 1.53 | 6.94 | 0.22 |
| Jun. | 0.62 | 0.16 | 3.88 | — | — | — |
| Jul. | — | — | — | — | — | — |
| Aug. | — | — | — | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | — | — | — |
| Oct. | 0.24 | 0.031 | 7.74 | — | — | — |
| Nov. | 0.13 | 0.54 | 0.24 | — | — | — |
| Dec. | 0.077 | 0.051 | 1.51 | — | — | — |

**7. ホンニベ** *Miichthys imbricatus* (MATSUBARA)

渤海から黄海の南部または東海の北部まで南北に移動する魚群（渤海系）と済州島の西南沖から杭州湾または揚子江河口の沖合に当る東海中北部まで東西に移動する魚群（杭州湾系）および支那大陸の沿岸沿いに東海の南部から揚子江河口の沖合に当る東海中

**Table 7.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$-otter trawl, $C_{PT}$-pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning large croaker, *Miichthys imbricatus* (MATSUBARA), calculated for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Bokkai | | | Stock of Koshu-bay | | | Stock of Southern coast | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | 2.18 | 3.69 | 0.59 | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | 2.07 | 2.32 | 0.89 | 2.89 | 3.53 | 0.82 |
| Mar. | — | — | — | 2.49 | 2.56 | 0.97 | 1.55 | 5.69 | 0.27 |
| Apr. | — | — | — | 2.57 | 4.90 | 0.52 | 1.36 | 2.68 | 0.51 |
| May | — | — | — | 2.64 | 2.98 | 0.89 | 1.75 | 2.37 | 0.74 |
| Jun. | — | — | — | 3.49 | 7.90 | 0.44 | 0.37 | 1.10 | 0.34 |
| Jul. | — | — | — | — | — | — | 0.052 | 0.16 | 0.33 |
| Aug. | — | — | — | 0.72 | 0.80 | 0.90 | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | 0.38 | 0.24 | 1.58 | — | — | — |
| Oct. | — | — | — | 2.36 | 1.88 | 1.26 | — | — | — |
| Nov. | 0.54 | 1.05 | 0.51 | 3.65 | 2.82 | 1.29 | 0.24 | 1.44 | 0.17 |
| Dec. | 0.81 | 1.08 | 0.75 | 9.06 | 4.62 | 1.96 | 5.07* | 2.23* | 2.27* |

Note; (*)-low reliability owing to the smallness of the number of hauling operated.

部まで南北に移動する魚群（南方沿岸系）が知られている。渤海系が南下する 11，12 月には済州島の西方で 33°-30′N の緯度線によって杭州湾系との間に漁場を分離することが出来るが，10 月以前には両者の漁場は分離できないので両者を合せて計算した。南方沿岸系は杭州湾の沖合以南に漁場が限られるので，夏期を除いては杭州湾系と混じることはないので，8，9，10 月には両者を合せて計算した。計算の結果は Table 7 の通りで，11，12 月には游泳層は渤海系，南方沿岸系にくらべて杭州湾系でかなり低いこと，2～6 月には南方沿岸系よりも杭州湾系の游泳層が幾分低いこと，および杭州湾系では 9～12 月に游泳層が低く，1～8 月に高いことが判る。なお渤海系，南方沿岸系にくらべて杭州湾系には小型魚が多いことが知られている。

**8. 底ニベ**

*Argyrosomus japonica* (T. & S.)

底ニベの回游は不明であるが，底ニベが漁獲された漁区は東海の中部以南の大陸沿いと，済州島の西南方の東海中北部のものに別れて分布するので，30°N 以北（北部），以南（南部）別に計算した。結果は Table 8 の通りで，游泳層が 3～5 月と 10～11 月に低く，6 月と 12 月には高くなることが察せられる。

**Table 8.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$-otter trawl, $C_{PT}$-pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning croaker, *Argirosomus japonica* (T. &S.), calculated for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | — | — | — |
| Mar. | 0.0035 | 0.020 | 0.18 | 0.68 | 0.078 | 8.72 |
| Apr. | — | — | — | 2.11* | 0.078* | 27.0* |
| May | — | — | — | 1.71 | 0.25 | 6.84 |
| Jun. | — | — | — | 0.39 | 0.19 | 2.05 |
| Jul. | — | — | — | — | — | — |
| Aug. | — | — | — | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | — | — | — |
| Oct. | 0.45 | 0.080 | 5.63 | — | — | — |
| Nov. | 0.23 | 0.060 | 3.83 | — | — | — |
| Dec. | 0.12 | 0.15 | 0.80 | — | — | — |

Note; (*)-low reliability owing to the smallness of the number of hauling operated.

### 9. エソ *Saurida tumbil* (BLOCH)

エソは山東半島附近にも対馬海峡から沖の島附近までにも分布するが，ここでは主として東海の中部を東西に移動するエソを取扱う。ところが，エソが漁獲された漁区は済州島西部から東海北部にかけてと，東海中部から南部にかけてとの2群に別れるので，かりに東海の中央附近を境にして北部と南部と別々に計算して Table 9 の結果を得た。これでみると游泳層は北部と南部とで違わないが，1網平均漁獲量が多い 4～9 月頃は游泳層が，3月と9月に特に高いことを除けば，おおむね一定といえる。

**Table 9.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning lizard fish, *Saurida tumbil* (BLOCH), calculated for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | | Whole ground | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 0.17 | 0.19 | 0.89 | — | — | — | 0.17 | 0.19 | 0.89 |
| Feb. | 0.094 | 0.40 | 0.24 | 6.19 | 3.22 | 1.92 | 0.72 | 1.13 | 0.64 |
| Mar. | 0.0078 | 0.71 | 0.011 | 1.15 | 3.12 | 0.37 | 0.43 | 2.32 | 0.19 |
| Apr. | 7.20 | 7.79 | 0.92 | 1.88 | 11.6 | 0.16 | 2.49 | 11.0 | 0.23 |
| May. | 1.51 | 3.13 | 0.48 | 2.75 | 11.8 | 0.23 | 2.47 | 8.98 | 0.28 |
| Jun. | — | — | — | 5.11 | 17.2 | 0.30 | 5.11 | 17.2 | 0.30 |
| Jul. | — | — | — | 5.20 | 19.0 | 0.27 | 5.20 | 19.0 | 0.27 |
| Aug. | — | — | — | 7.18 | 17.9 | 0.40 | 7.18 | 17.9 | 0.40 |
| Sept. | — | — | — | 3.23 | 18.3 | 0.18 | 3.23 | 18.3 | 0.18 |
| Oct. | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Nov. | 0.50 | 4.60 | 0.11 | 2.53 | 16.6 | 0.15 | 0.86 | 7.05 | 0.12 |
| Dec. | 0.17 | 3.11 | 0.055 | — | — | — | 0.17 | 3.11 | 0.055 |

### 10. シログチ *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN)

渤海または青島の沖合と済州島の南西沖を南北に移動するシログチ（渤海系）と，杭州湾の沖合と済州島の南沖を東西に移動するシログチ（杭州湾系），杭州湾の沖合を大陸沿いに南北に移動するシログチ（北部沿岸系），および台湾海峡を南北に移動するシログチ（台湾海峡系）とが知られているが，ここでは前3者を取扱う。

渤海系は 1～3 月を済州島の西から南西または南にかけ 30°N を南限として越冬するので，1～3 月には 30°N の緯度線の北で漁獲されるシログチを渤海系とし，南で漁獲されるものを北部沿岸系とした。もつともこの時期には杭州湾系シログチも 32°N 以北で越冬するので当然渤海系に混入する。4 月には渤海系は済州島の西方 32°-30′N 以北に移動するので，4，5 月には 32°-30′N 以北を渤海系，32°-30′N ～ 30°N を杭州湾系，30°N 以南を北部沿岸系の分布領域と見做した。6～10 月には渤海系シログチは漁場外にある。6 月には 30°N の北は杭州湾系で，南は北部沿岸系とするが，7，8 月にはシログチ漁場の分布からみて，杭州湾系と北部沿岸系を別けることができないので，両者を合せて北部沿岸系とした。9～12 月には 30°N 以北を杭州湾系，以南を北部沿岸系の漁場とするが 11 月，12 月には渤海系が南下するので，32°－30′N 以北を渤海系，以南を杭州湾系の漁場とした。計算の結果は Table 10 にみるように，渤海系北部沿岸系共に南下時期から越冬時期にかけて游泳層が低く，北上時期から越夏時期にかけて游泳層が高いが，杭州湾系は渤海系と別れて西行する時期に游泳層が特に低いことが判る。6，7 月の北部沿岸系シログチの濃密群は大型魚からなり，11，12 月の杭州湾系シログチの濃密群は小型魚からなることを考え合せると，小型魚の濃密群では游泳層がいく分高く，大型魚の濃密群では游泳層がいく分低いことが想像できる。

**Table 10.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning white croaker, *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN), calculated for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Bokkai | | | Stock of Koshu-bay | | | Stock of Northern coast | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 15.5 | 22.8 | 0.68 | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | 4.54 | 9.36 | 0.49 | — | — | — | 2.10 | 0.84 | 2.50 |
| Mar. | 2.18 | 6.22 | 0.35 | — | — | — | 1.07 | 2.31 | 0.46 |
| Apr. | 8.84 | 22.9 | 0.39 | 4.40 | 3.90 | 1.13 | 0.32 | 2.06 | 0.16 |
| May | 1.45 | 12.4 | 0.12 | 4.70 | 4.14 | 1.14 | 2.58 | 7.56 | 0.34 |
| Jun. | — | — | — | 0.92 | 15.7 | 0.059 | 2.03 | 24.8 | 0.082 |
| Jul. | — | — | — | — | — | — | 2.03 | 23.5 | 0.085 |
| Aug. | — | — | — | — | — | — | 0.98 | 15.7 | 0.062 |
| Sept. | — | — | — | 2.22 | 7.16 | 0.30 | 0.11 | 3.46 | 0.032 |
| Oct. | — | — | — | 1.71 | 3.71 | 0.46 | — | — | — |
| Nov. | 1.20 | 1.94 | 0.62 | 7.73 | 12.0 | 0.64 | 4.41 | 3.82 | 1.15 |
| Dec. | 5.72 | 2.31 | 2.48 | 5.86 | 7.27 | 0.81 | 12.6 | 8.25 | 1.53 |

**11. キグチ** *Pseudosciaena manchurica* (J. & T.)

渤海から黄海の南部までを南北に移動するキグチ（渤海系）と，揚子江河口から済州島の西南方沖にかけて移動するキグチ（揚子江系）および大陸沿岸を南北に移動するキグチ（沿岸系）の3系統が知られている。

揚子江系のキグチは秋から冬にかけて済州島の西，黄海の南部に出現するが，渤海系キグチは 12 月黄海の中部に達し，1～3 月を黄海の南部で越冬するので，12 月には 35°N 以北，1～4 月には 33°–30′N 以北では渤海系キグチが漁獲され，以南では揚子江系キグチが漁獲されるものとみた。春から夏にかけて揚子江

**Table 11.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* (J. & T.), calculated for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Bokkai | | | Stock of Yosu-ko | | | Stock of coast of China | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 31.0 | 19.1 | 1.62 | 4.65 | 9.81 | 0.47 | — | — | — |
| Feb. | 90.7 | 16.6 | 5.46 | 7.07 | 1.93 | 3.66 | 2.90 | 2.37 | 1.22 |
| Mar. | 100.0 | 26.0 | 3.85 | 6.03 | 8.24 | 0.73 | 18.2 | 12.2 | 1.49 |
| Apr. | 112.0 | 12.0 | 9.33 | 7.19 | 4.91 | 1.46 | 15.2 | 4.86 | 3.13 |
| May | — | — | — | 9.54 | 21.6 | 0.44 | 0.22 | 2.66 | 0.083 |
| Jun. | — | — | — | 15.3 | 16.9 | 0.91 | 0.31 | 0.12 | 2.58 |
| Jul. | — | — | — | 8.87 | 4.15 | 2.14 | — | — | — |
| Aug. | — | — | — | 17.3 | 28.5 | 0.61 | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | 31.1 | 26.7 | 1.16 | — | — | — |
| Oct. | — | — | — | 60.1 | 32.7 | 1.84 | — | — | — |
| Nov. | — | — | — | 27.5 | 18.6 | 1.48 | — | — | — |
| Dec. | 168.0 | 40.4 | 4.16 | 43.2 | 27.9 | 1.55 | 217.2 | 9.51 | 22.8 |

系キクチは揚子江の河口に移動し，大陸沿いに北上した沿岸系キグチと混合するので，30°N 以南で漁獲されるものを沿岸系キクチとみた。

計算の結果は Table 11 にみるように揚子江系と沿岸系では游泳層に大きな違いがないが，渤海系ではこれらの2系にくらべて游泳層が低いこと，および 6～11 月に游泳層がほぼ定まるが 12～5 月には高低定まらないらしいことが判る。

### 12. クログチ *Argyrosomus nibe* (J. & T.)

杭州湾から大陸の沿岸沿いに台湾海峡附近まで南北に移動するクログチ（杭州湾系）と済州島の南で東海の中部に滞留するクログチ（済州島沖合系）とがあるが，トロール，底曳共にクログチを漁獲した漁区の分布もこのことを裏付けるので，30°N 以北では済州島沖合系，以南では杭州湾系のクログチを漁獲するものとして計算した。結果は Table 12 のようで，游泳層は済州島沖合系よりも杭州湾系がよほど高いこと，および游泳層は両者共に春夏に低く秋冬に高いことが知られる。クログチの産卵期は春とされているので，游泳層は産卵期には低いものといつてよく，大陸の沿岸漁場で漁獲されるクログチは大型魚であることが知られているので，クログチの場合大型魚は小型魚よりも游泳層が高いといつてよい。

**Table 12.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$-otter trawl, $C_{PT}$-pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ concerning black croaker, *Argyrosomus nibe* (J. & T.), calculated for various stocks of fish school.

| Month | Stock of off Saishu is. | | | Stock of Koshu-bay | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $D_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | 2.83 | 34.0 | 0.083 |
| Mar. | 10.9 | 1.09 | 10.0 | 4.08 | 17.9 | 0.23 |
| Apr. | 3.10 | 2.47 | 1.26 | 9.60 | 9.01 | 0.95 |
| May | 5.92 | 1.03 | 5.75 | 12.1 | 9.63 | 1.26 |
| Jun. | 13.8 | 4.23 | 3.26 | 7.88 | 9.85 | 0.80 |
| Jul. | 3.58 | 2.48 | 1.44 | 3.09 | 7.87 | 0.39 |
| Aug. | 10.3 | 6.25 | 1.65 | 9.42 | 10.4 | 0.91 |
| Sept. | 0.32 | 3.70 | 0.087 | 10.6 | 8.41 | 1.26 |
| Oct. | 0.10 | 0.67 | 0.15 | — | — | — |
| Nov. | 1.20 | 2.33 | 0.52 | 6.75 | 34.7 | 0.19 |
| Dec. | 2.35 | 2.85 | 0.82 | — | — | — |

終りに，本研究を行うに当り御指導及び御校閲を頂いた田内森三郎博士に深甚の謝意を表す。

## 文　献


1) KANDA: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **24**, 13～15 (1958).
神田献二：本誌，**24**，13～15 (1958).
2) 水産庁西海区漁業調整事務所：以西トロール機船底曳網漁業漁獲統計要報，**13**，**14** (1953).
3) 里内　晋：東海黄海底魚漁場の再認識 (1937).
4) 笠原　昊：支那東海黄海の底曳網漁業とその資源，日本水産株式会社研究所報告，**3** (1948).
5) 後藤　豪：機船底曳網漁業，水産講座（大日本水産会）漁業篇，**4** (1948).
6) 水産庁西海区水産研究所：東海黄海における底魚資源の研究 (1953).
7) 神田献二：東海黄海底魚資源調査研究誌，**1**，33～38 (1949).

# 底魚の垂直分布—Ⅲ.

神田献二
(東京水産大学)

# Vertical Distribution of Bottom Fish—III.

Kenji KANDA

In succession to the last report[1], the vertical distribution of additional 10 species of bottom fish are deduced by the same method as described in the first paper of this series[2] (Tables 1~11, Figs. 1~4).

前報[1]と同様の方法で，タチ以下 10 種類の底魚の月別漁場別のトロール及び底曳の1網当り漁獲量を比較して，個体密度の垂直分布が季節により場所によつて，どのように変るかを検討した。

## 1. タチ *Trichiurus lepturus* LINNÉ

渤海または青島方面と済州島の西方に当る東海の北部とを南北に移動するタチ（渤海系）と，大陸の沿岸沿いに南北に移動するタチ（沿岸系）および，済州島の南西沖と揚子江の河口との間を往来するタチ（揚子江系）の3系統がある。渤海系タチは 1~3 月には済州島の西方に当る黄海南部および東海北部のごく限られた区域で越冬するが，4月以後はその分布区域が拡がつて5月には揚子江系タチと混合するので，1~4月に済州島西から南にかけての沖合で漁獲されるタチは渤海系，30°N 以南の大陸沿岸寄りで漁獲されるタチ

**Table 1.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on hairtail, *Trichiurus lepturus* LINNÉ, for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Bokkai | | | Stock of Yōsu-kō | | | Stock of coast of China | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 99.6 | 6.29 | 15.8 | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | 28.9 | 2.41 | 12.0 | — | — | — | 9.59 | 1.38 | 6.95 |
| Mar. | 24.6 | 1.93 | 12.7 | — | — | — | 20.4 | 4.62 | 4.42 |
| Apr. | 28.0 | 1.87 | 15.0 | — | — | — | 30.0 | 1.56 | 19.2 |
| May | — | — | — | 17.0 | 0.57 | 29.8 | 32.7 | 0.71 | 46.1 |
| Jun. | — | — | — | 3.70 | 0.14 | 26.5 | 67.8 | 2.07 | 32.8 |
| Jul. | — | — | — | — | — | — | 30.2 | 1.76 | 17.2 |
| Aug. | — | — | — | — | — | — | 14.4 | 1.09 | 13.2 |
| Sept. | — | — | — | 4.41 | 0.84 | 5.25 | 16.2 | 1.46 | 11.1 |
| Oct. | — | — | — | 9.60 | 1.62 | 5.93 | — | — | — |
| Nov. | 2.96 | 1.01 | 2.93 | 8.91 | 1.42 | 6.27 | 14.9 | 4.20 | 3.55 |
| Dec. | 19.3 | 1.78 | 10.8 | 11.4 | 0.42 | 27.1 | 13.7 | 2.91 | 4.71 |

1958 年 3 月 15 日受理

は沿岸系と見做し，5月は渤海系と揚子江系との区別をしなかつた。7，8月には沿岸系タチが北上し揚子江系タチと混合して舟山島沖から東海中北部にかけて連続した漁場が成立するので，矢張り両者の区別をしなかつた。11，12月には揚子江系タチが東海の中部に南下し，渤海系タチが済州島近くに南下するので，両者の漁場を 11 月に 33°-31′N，12 月に 32°-30′N で区別した。計算の結果は Table 1, Fig. 1 にみるように，游泳層は 5，6 月に特に高く，12，1 月にはやや低く，2，3 月と 9～11 月に再び特に高く，游泳層の季節的変化は沿岸系タチで最も大きいこと，および渤海系タチは 1 月に，揚子江系タチは 10 月に，沿岸系タチは 3 月と 11 月とに魚群が特に濃密であることが判る。トロールが 1 月に済州島の西沖で年漁獲量の 3 割，底曳にくらべて 7 倍近い漁獲を挙げたのは渤海系タチの濃密群を追つたためであると思われる。

**2. ハモ *Muraenesox cinereus* (FORSKAL)**

東海の中南部で大陸の沿岸沿いに南北に移動するハモ（沿岸系）と，東海の北部で揚子江河口から済州島の南沖にかけて東西に洄游するものを主とし之に渤海から南北に移動して来て加わるハモ(渤海揚子江系)があるが，沿岸系ハモが北上する時期には両者の漁場を分離することができないので，30°N 以北では渤海揚子江系のハモ，以南では沿岸系のハモが漁獲されるものとみて計算を行つた。結果は Table 2 にみるように，游泳層は両者で大差なく秋冬に低く，春夏に高いことを示す。沿岸系ハモは春夏に北上して秋冬に南下するが，北上群は濃密な産卵群と見做されるので，ハモは産卵時に浮上すると判断される。

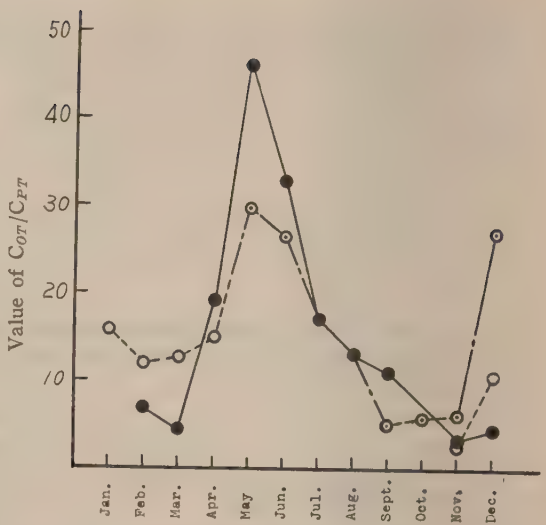



**Fig. 1.** Monthly variation of vertical distribution for hairtail, *Trichiurus lepturus* LINNÉ, where ○ stands for the stock of Bokkai, ⊙ for the stock of Yōsu-kō, and ● for the stock of coast of China.

**Table 2.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on sharptoothed eel, *Muraenesox cinereus* (FORSKAL), for varions fishing grounds.

| Month | Stock of Bokkai & Yōsu-kō | | | Stock of coast of China | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 3.31 | 4.05 | 0.82 | — | — | — |
| Feb. | 2.32 | 1.19 | 1.95 | 22.9 | 12.8 | 1.79 |
| Mar. | 1.92 | 1.43 | 1.34 | 24.4 | 30.4 | 0.80 |
| Apr. | 2.03 | 1.83 | 1.11 | 24.4* | 16.0* | 1.53* |
| May | 2.94 | 3.54 | 0.83 | 6.40 | 7.76 | 0.82 |
| Jun. | 0.77 | 1.04 | 0.74 | 2.71 | 3.51 | 0.77 |
| Jul. | 0.89 | 3.84 | 0.23 | 4.07 | 3.30 | 1.23 |
| Aug. | 2.86 | 3.47 | 0.82 | 2.87 | 2.57 | 1.12 |
| Sept. | 9.67 | 5.54 | 1.75 | 6.08 | 3.82 | 1.59 |
| Oct. | 14.6 | 8.46 | 1.73 | — | — | — |
| Nov. | 5.68 | 6.14 | 0.93 | 5.10 | 2.84 | 1.80 |
| Dec. | 7.93 | 4.42 | 1.79 | — | — | — |

Note; (*)-poor reliability on account of the meagreness of hauling data.

**Table 3.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on flounder, *Paratichthys olivaceus* (T. & S.), for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Bokkai | | | Stock of Southern part of East China Sea | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 0.47 | 1.24 | 0.38 | — | — | — |
| Feb. | 2.36 | 4.59 | 0.51 | — | — | — |
| Mar. | 3.20 | 3.76 | 0.85 | 0.51* | 0.32 | 1.59* |
| Apr. | 1.58* | 1.00 | 1.58* | 0.68* | 1.19 | 0.57* |
| May | 0.10* | 0.44 | 0.23* | — | — | — |
| Jun. | 0.19* | 0.34 | 0.56* | — | — | — |
| Jul. | — | — | — | — | — | — |
| Aug. | 0.51* | 0.074 | 6.89* | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | — | — | — |
| Oct. | 0.18 | 0.28 | 0.64 | — | — | — |
| Nov. | 0.13 | 0.29 | 0.45 | — | — | — |
| Dec. | 0.090 | 0.39 | 0.23 | 0.96* | 0.079 | 12.2* |

Note; (*)-poor reliability on account of the meagreness of hauling.

**Table 4.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on Turbot, *Pleuronectidae*, for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 5.63 | 9.50 | 0.59 | — | — | — |
| Feb. | 13.5 | 16.6 | 0.81 | — | — | — |
| Mar. | 9.48 | 10.7 | 0.89 | 0.43 | 2.25 | 0.19 |
| Apr. | 5.38 | 7.03 | 0.76 | 0.11 | 0.49 | 0.22 |
| May | 2.74 | 7.05 | 0.39 | 0.93 | 4.11 | 0.23 |
| Jun. | 1.18 | 5.38 | 0.20 | — | — | — |
| Jul. | 0.82 | 3.83 | 0.21 | — | — | — |
| Aug. | 0.97 | 3.51 | 0.28 | 0.29 | 1.52 | 0.19 |
| Sept. | 0.52 | 2.55 | 0.20 | 0.92 | 3.68 | 0.26 |
| Oct. | 1.15 | 1.51 | 0.76 | — | — | — |
| Nov. | 2.74 | 1.59 | 1.72 | — | — | — |
| Dec. | 3.30 | 3.10 | 1.06 | — | — | — |

### 3. ヒラメ *Paratichthys olivaceus* (T. & S.)

5, 6 月頃に鴨緑江の河口沖から渤海へかけて産卵し 9 月頃に産卵場を離れ，黄海の中南部で越冬するヒラメ(渤海系)を主とするが，30°N 以南の東海南部に見出されるヒラメ（東海南部系）もあるので，両者を区別して計算した。結果は Table 3 にみるように，11～12月には游泳層が 3 月と 10月とにくらべていく分高いので，5, 6 月を中に産卵群を送り出した残りのおそらくは未成熟のヒラメでは游泳層が高くても，産卵ヒラメの游泳層は低いことを想定せしめる。

### 4. カレイ *Pleuronectidae*

主なる漁場は東海の中部以北（北部）と東海の南部大陸寄り（南部）とにあるので，30°N の南北を別に扱つた。東海黄海で漁獲されるカレイには多くの種類が含まれるが漁獲統計の上で分離ができないので，ここで得られる知見は東海黄海のカレイ総体についてのものである。結果は Table 4 にみる通りで，概して游泳層は南部で北部よりも高いこと，および春夏には秋冬よりも游泳層が高いことを示唆している。

### 5. サメ *Lamnida*

サメはタイ類，グチ類，ハモまたはタチ等の漁場で混獲されるもので，多種類を含み，しかもサメの単位漁獲量の分布にも目立つた中心は認められない。ただし年操業回数，年漁獲量共に東海の中北部と黄海（北部）と，東海中部以南の所謂大南南部に別々の中心が認められるので，かりにこの区分にわけて計算した。計算の結果は Table 5, Fig. 2 にみるように，游泳層は概して春秋に低く夏冬に高いこと，および北部にくらべて南部では冬には低いが，その他の季節には高いことを推断させる。

**Table 5.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–ottert rawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on shark, *Lamnida*, for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 1.58 | 2.37 | 0.67 | — | — | — |
| Feb. | 2.05 | 3.03 | 0.68 | 9.45* | 1.04* | 9.09* |
| Mar. | 3.21 | 4.61 | 0.70 | 2.73 | 3.81 | 0.72 |
| Apr. | 3.38 | 4.44 | 0.76 | 6.34 | 17.6 | 0.36 |
| May | 6.62 | 3.94 | 1.68 | 8.29 | 9.32 | 0.89 |
| Jun. | 5.01 | 4.67 | 1.07 | 1.06 | 6.05 | 0.17 |
| Jul. | 0.42 | 0.54 | 0.78 | 0.65 | 2.54 | 0.26 |
| Aug. | 1.23 | 4.99 | 0.25 | 0.13 | 1.88 | 0.069 |
| Sept. | 0.92 | 2.20 | 0.42 | 0.61 | 1.76 | 0.35 |
| Oct. | 0.55 | 0.56 | 0.98 | — | — | — |
| Nov. | 0.67 | 1.53 | 0.44 | 4.56 | 3.81 | 1.18 |
| Dec. | 0.63 | 1.26 | 0.50 | 2.54 | 3.40 | 0.75 |

Note; (*)–poor reliability on account of the meagreness of hauling.

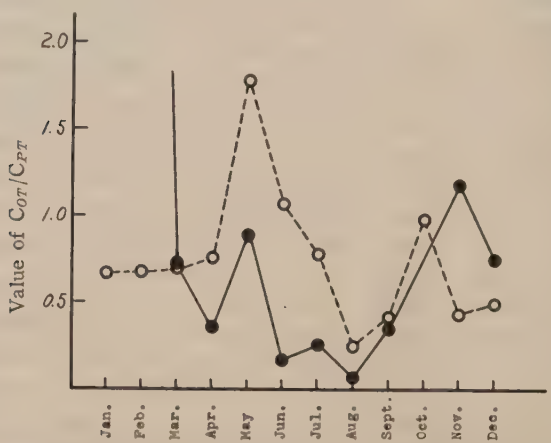



**Fig. 2.** Monthly variation of vertical distribution for shark, *Lamnida*, where ○ stands for the northern part, and ● for the southern part.

### 6. カナガシラ *Lepidotrigla microptera* GÜNTHER

渤海，鴨緑江河口沖または海州の沖合と黄海の南部済州島西方との間を南北に移動するカナガシラ（黄海系）を主とするが，別に東海の陸棚の縁辺（東海系）および，大南大陸の沿岸沿い（南方沿岸系）に分布するカナガシラがある。

トロール，底曳共にカナガシラを漁獲した漁区の分布でもこのことが認められるので，11～翌3月の黄海の南部以北で漁獲されるカナガシラを黄海系，この外で漁獲されたカナガシラは一括して東海南方沿岸系として計算した。結果によると Table 6 にみる通りで黄海系カナガシラの游泳層は越冬期に高いようである。

**Table 6.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on sea robin, *Lepidotrigla microptera* GÜNTHER, for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Yellow Sea | | | Stock of East China Sea & Southern Coast | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 0.015 | 1.17 | 0.013 | — | — | — |
| Feb. | 2.94 | 3.27 | 0.90 | — | — | — |
| Mar. | 9.89 | 15.6 | 0.63 | 0.56* | 0.32* | 1.75* |
| Apr. | — | — | — | 4.80* | 6.83* | 0.70* |
| May | — | — | — | 0.077* | 6.51* | 0.012* |
| Jun. | — | — | — | — | — | — |
| Jul. | — | — | — | — | — | — |
| Aug. | — | — | — | — | — | — |
| Sept. | — | — | — | 0.45* | 0.14* | 3.20* |
| Oct. | — | — | — | 0.026* | 0.090* | 0.29* |
| Nov. | 0.51 | 0.43 | 1.19 | 0.16* | 5.44* | 0.029* |
| Dec. | 2.85 | 5.16 | 0.55 | 0.32* | 0.50* | 0.64* |

Note; (*)-poor reliablity on account of the meagreness of hauling.

**Table 7.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on flat head, *Platycephalus indicus* (LINNÉ), for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 0.66 | 1.12 | 0.59 | — | — | — |
| Feb. | 2.00 | 2.83 | 0.71 | — | — | — |
| Mar. | 2.59 | 3.42 | 0.78 | 1.49 | 0.79 | 1.87 |
| Apr. | 2.46 | 3.88 | 0.63 | 0.23 | 1.65 | 0.14 |
| May | 3.76 | 2.71 | 1.39 | 0.86 | 6.35 | 0.14 |
| Jun. | 13.0 | 4.38 | 2.97 | 0.52 | 5.62 | 0.093 |
| Jul. | 3.62 | 2.31 | 1.57 | 0.33 | 5.77 | 0.057 |
| Aug. | 3.10 | 3.93 | 0.79 | 1.80 | 4.19 | 0.43 |
| Sept. | 7.40 | 4.40 | 1.68 | 0.45 | 6.33 | 0.071 |
| Oct. | 2.07 | 2.31 | 0.90 | — | — | — |
| Nov. | 6.26 | 7.98 | 0.78 | — | — | — |
| Dec. | 5.61 | 3.43 | 1.64 | — | — | — |

### 7. コチ *Platycephalus indicus* (LINNÉ)

トロール，底曳共にコチを漁獲した漁区の分布は，杭州湾の沖合を境にして南と北とに離れているので，30°N 以北（北部）と以南（南部）にわけて計算した。ただし，操業が東海の中部に少く，北部と南部とに多く行われているから，ここに別けた北部のコチと南部のコチとが果して別々の系統であるとはいいきれないが，底曳の1網平均漁獲量の分布にも，ここで別けられた北部と南部とに中心が認められるで，北部と南部に別々の集団を考えることは許されよう。

計算の結果は Table 7, Fig. 3 にみるように北部では游泳層が冬期に高く，春

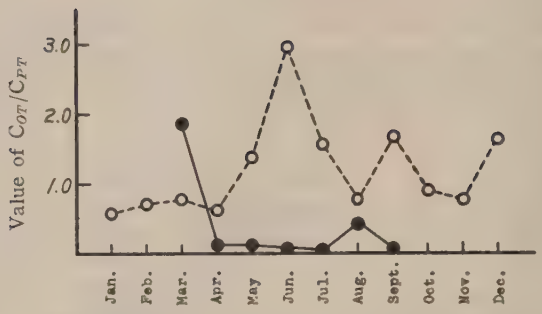



**Fig. 3.** Monthly variatign of vertical distribution for flat head, *Ptatycephalus indicus* (LINNÉ), where ○ stands for the northern part, and ● for the southern part.

期には低いが，南部ではこれと逆で冬期に低く，春期は高いことを想わせる。

**8. シズ** ***Psenopsis anomala*** (T. & S.)

シズは東海の中部以南で大陸の沿岸沿いに南北に移動するもの（南部）を主とするが，4, 11, 12 月に限り，これから離れて東海の北部で漁獲されるもの（北部）があるので，両者を別けて計算した結果は Table 8 の通りである。これでみるとシズの游泳層は季節によつて大きな違いがないが，春に最も低く，次第に高まつて冬に最も高くなることがうかがわれる。

**Table 8.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on butter fish, *Psenopsis anomala* (T. & S.), for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | 4.83 | 1.57 | 3.08 |
| Mar. | — | — | — | 1.47 | 4.47 | 0.33 |
| Apr. | 0.48 | 0.31 | 1.55 | 1.42 | 1.94 | 0.73 |
| May | — | — | — | 1.12 | 3.20 | 0.35 |
| Jun. | — | — | — | 2.35 | 4.69 | 0.50 |
| Jul. | — | — | — | 1.21 | 5.47 | 0.22 |
| Aug. | — | — | — | 1.04 | 1.67 | 0.62 |
| Sept. | — | — | — | 2.08 | 6.88 | 0.30 |
| Oct. | — | — | — | 0.38 | 2.52 | 0.15 |
| Nov. | 0.18 | 0.94 | 0.19 | 2.82 | 13.8 | 0.20 |
| Dec. | 0.093 | 1.21 | 0.077 | — | — | — |

**9. エイ** ***Rajida***

アカエイを筆頭にその他数種を含む。便宜上 35°N 以北（北部）と 30°N～35°N（中部）および，30°N 以南（南部）に別けて計算した。結果は Table 9, Fig. 4 の通りで，一般に游泳層は夏期に高く，春秋に低いことおよび，概して游泳層は南部で最も高く，中，北部にしたがつて低いことを示す。

**Table 9.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$-otter trawl, $C_{PT}$-pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on ray, *Rajida*, for various fishing grounds.

| Month | Northern part | | | Central part | | | Southern part | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | — | — | — | 2.96 | 4.78 | 0.62 | — | — | — |
| Feb. | — | — | — | 1.86 | 4.67 | 0.40 | 44.2 | 16.2 | 2.73 |
| Mar. | 5.14 | 3.42 | 1.50 | 6.96 | 5.23 | 1.33 | 13.1 | 20.9 | 0.63 |
| Apr. | — | — | — | 4.34 | 5.26 | 0.82 | 11.9 | 12.4 | 0.96 |
| May | — | — | — | 6.95 | 10.5 | 0.66 | 14.6 | 20.5 | 0.71 |
| Jun. | — | — | — | 5.07 | 6.38 | 0.79 | 0.90 | 4.88 | 0.18 |
| Jul. | — | — | — | 0.76 | 2.14 | 0.35 | 0.93 | 2.02 | 0.46 |
| Aug. | — | — | — | 1.39 | 2.54 | 0.55 | 0.85 | 3.06 | 0.28 |
| Sept. | — | — | — | 1.92 | 2.59 | 0.74 | 1.69 | 3.72 | 0.45 |
| Oct. | — | — | — | 2.17 | 2.34 | 0.93 | — | — | — |
| Nov. | — | — | — | 2.89 | 2.64 | 1.10 | 2.75 | 3.70 | 0.74 |
| Dec. | 9.01 | 4.10 | 2.19 | 3.84 | 4.25 | 0.90 | 14.3 | 19.3 | 0.74 |

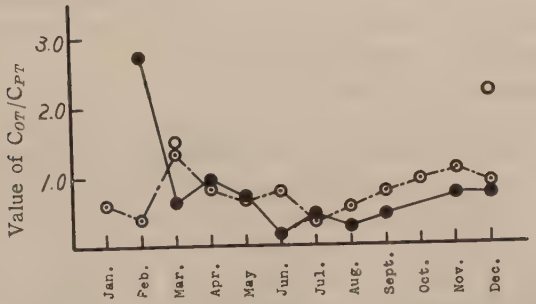



**Fig. 4.** Monthly variation of vertical distribution for ray, *Rajida*, where ○ stands for the northern part, ⊙ for the central part, and ● for the southern part.

**10. アカシタ** *Areliscus joyneri* (GÜNTHER)

黄海の南部から東海の北部にかけて漁獲されるアカシタ（黄海系），と大南のアカシタ（南方沿岸系）と30°N で別けて計算を行った結果は Table 10 の通りで，游泳層は冬期に特に低く，その他の時期には概して高いことが想像される。

**Table 10.** Monthly mean catches per drag ($C_{OT}$–otter trawl, $C_{PT}$–pair trawl) and values of $C_{OT}/C_{PT}$ on sole, *Areliscus joyneri* (GÜNTHER), for various stocks of fish school.

| Month | Stock of Yellow Sea | | | Stock of southern coast | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ | Mean catch per drag | | $C_{OT}/C_{PT}$ |
| | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | | $C_{OT}$ | $C_{PT}$ | |
| Jan. | 1.24 | 1.74 | 0.71 | — | — | — |
| Feb. | 1.09 | 0.55 | 1.98 | — | — | — |
| Mar. | 0.86 | 1.30 | 0.66 | 0.41 | 0.26 | 1.58 |
| Apr. | 1.31 | 3.09 | 0.42 | 0.15 | 0.99 | 0.15 |
| May | 1.25 | 3.91 | 0.32 | 0.13 | 0.37 | 0.35 |
| Jun. | 2.66 | 2.63 | 1.01 | 0.032 | 0.28 | 0.11 |
| Jul. | — | — | — | 0.39 | 0.65 | 0.60 |
| Aug. | 0.61 | 2.58 | 0.24 | 0.19 | 0.83 | 0.23 |
| Sept. | 0.49 | 4.25 | 0.12 | — | — | — |
| Oct. | 5.20 | 5.25 | 0.99 | — | — | — |
| Nov. | 3.90 | 3.15 | 1.24 | 0.76 | 0.31 | 2.45 |
| Dec. | 3.94 | 3.17 | 1.24 | 2.37 | 0.64 | 3.70 |

前報で得られた 12 種及び本報で得られた 10 種合計 22 種の魚種に就ての1網平均漁獲量のトロール対底曳の比の最小値（その月），および最大値（その月）をまとめて漁場別に示す為，漁場をおよそ緯度で配列すると Table 11 のようになる。資料が欠けているため，漁場別，季節別の游泳層の比較ができないものもあるが，ここでは資料も多く，特徴が明らかなものだけについて述べると次の様になる。

i） エソの游泳層は季節的にも，漁場的にも余り変らない。

ii） シズの游泳層は季節的には余り変らない。

iii） アマダイ，ホウボウ，ハモの游泳層は漁場的には余り変らない。

iv） シログチの 30° ～ 32°-30′N の群（杭州湾系）の游泳層は 30°N 以南の群（北部沿岸系）の游泳層より高い。前者は小型魚の群で，後者は大型魚の群であるところから判断すると，小型魚の群の方が大型魚の群より游泳層は高い。又ヒラメも産卵群の游泳層よりも未成熟と思われる群の游泳層の方が高いようである。

v） レンコダイ，ホンニベ，キグチ，クログチ，カレイ，エイでは南方系魚群の游泳層が北方系魚群の游泳層より高い。レンコダイ，ホンニベ，クログチの北方系魚群は小型魚で，南方系魚群は大型魚であるところから，之等の魚種では小型魚の魚群の游泳層は大型魚の魚群の游泳層より低いことになる。又サメでは冬季のみ南方系魚群の游泳層は北方系魚群の游泳層より低いが，その他の季節では南方系魚群の方が高い。

vi） コチの北方系魚群は冬季に游泳層が高く，春季に低いが，南方系魚群では之と反対で，春季に高く，冬期に低い。

vii） タチの游泳層は，北方系および南方系魚群共に 2，3 月と 9～11 月に高く，5，6 月と 12，1 月に低いが，高低の差は南方沿岸系で最も著しい。即ち南方系魚群の游泳層を北方系魚群に比較すると，2，3，

**Table 11.** Maximum and minimum values of $C_{OT}/C_{PT}$ with simultaneously giving the name of the corresponding month in parenthesis. The fishing ground section or stocks of fish school are only roughly differentiated referring to approximate latitudes for 22 species of bottom fish.

| Fish species | Latitude—North | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 35° | 34° | 33° | 32° | 31° | 30° | 29° | 28° | 27° |
| マダイ *Chrysophrys major* (T. & S.) | 0.57(May.)～3.10(Jan)* ; 0.089(Sept.)～2.42(Apr.) | | | | | | | | |
| レンコダイ *Taius tumifrons* (T. & S.) | | | 0.31(Aug.)～1.09(Nov.)*; 0.0035(Aug.)～0.32(Jul.)*; 0.0016(Jun.)～0.24(May.)* | | | | | | |
| アマダイ *Branchiostegus* sp. | | | | 0.0094(Mar.)～0.95(Dec.) ; 0.0088(Jul.)～0.51(Nov.) | | | | | |
| チダイ *Evynnis japonica* TANAKA | | | | | | ; 0.035(Aug.)～0.46(Jun.)* | | | |
| イトヨリ *Nemipterus virgatus* (HOUTTUYN) | | | | | | ; 0.026(Jun.)～0.66(Sept.) | | | |
| ホウボウ *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT) | 0.13(May.)～7.44(Oct.)* | | ; 0.22(May.)～0.40(Apr.)* | | | | | | |
| ホソニベ *Miichthys imbricatus* (MATSUBARA) | | | | ; 0.44(Jun.)～1.96(Dec.) | | ; 0.17(Nov.)～0.82(Feb,)* | | | |
| ソコニベ *Argurosomus japonica* (T. & S.) | | | | 0.18(Mar.)～5.63(Oct.)* | | ; 2.05(Jun.)～8.72(Mar.)* | | | |
| エソ *Saurida tumbil* (BLOCH) | | | | 0.011(Mar.)～0.92(Apr.)* | | ; 0.15(Nov.)～0.40(Aug.) | | | |
| シログチ *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN) | | 0.12(May.)～2.48(Dec.) * | ; 0.059(Jun.)～1.14(May)* | | | ; 0.032(Sept.)～2.50(Feb.) | | | |
| キグチ *Pseudosciaena manchurica* (J. & T.) | 1.62(Jan.)～9.33(Apr.)* | | 0.44(May.)～3.66(Feb.) | | | ; 0.083(May.)～3.13(Apr.)* | | | |
| クログチ *Argyrosomus nibe* (J. & T.) | | | | 0.087(Sept.)～5.75(May.)*; | | 0.083(Feb.)～1.26(May. & Sept.) | | | |
| タチウオ *Trichiurus lepturus* LINNE | | 2.93(Nov.)～15.8(Jan.) | ; 5.29(Sept.)～29.8(May.)* | | | ; 3.55(Nov.)～46.1(May.) | | | |
| ハモ *Marenesox cinereus* (FORSKAL) | | | | 0.23(Jul.)～1.95(Feb.); | | 0.77(Jun.)～1.80(Nov.) | | | |
| ヒラメ *Paratichthys olivaceus* (T. & S.) | | | | 0.23(Dec.)～0.85(Mar.)*; | | 0.57(Apr.)～12.2(Dec.)* | | | |
| カレイ *Pleuronectidae* | | | | 0.20(Jun. & Sept.)～1.72(Nov.) ; | | 0.19(Mar. & Aug.)～0.26(Sept.)* | | | |
| サメ *Lamnida* | | | | 0.25(Aug.)～1.68(May.); | | 0.069(Aug.)～1.18(Oct.) | | | |
| カナガシラ *Lepidotrigla microptera* GUNTHER | | 0.013(Jan.)～1.19(Nov.)* | ; 0.012(May.)～3.20(Sept.)* | | | | | | |
| コチ *Ptatycephalus indicus* (LINNE) | | | | 0.59(Jan.)～2.97)Jun.) ; | | 0.057(Jul.)～1.87(Mar.)* | | | |
| シズ *Psenopsis anomala* | | 0.077(Dec.)～0.19(Nov.)*; | | | | 0.15(Oct.)～0.73(Apr.) | | | |
| エイ *Rajida* | ; | | | 0.35(Jul.)～1.33(Mar.) ; | | 0.18(Jun.)～0.96(Apr.) | | | |
| アカシタ *Areliscus joyneri* (GUNTHER) | | | | 0.12(Sept.)～1.98(Feb.) ; | | 0.11(Jun.)～3.70(Dec.)* | | | |

Note; (*)-destitute of the data covering more than one season.

12 月では南方系魚群の方で高いが，5，6 月では却つて低くなる。

viii) マダイ，アマダイ，チダイ，イトヨリ，ホウボウ，ホンニベ，シログチ，ハモ，カレイ，サメ，南方系のコチ，エイ，アカシタ等の游泳層は春または夏に最も高くなる。

ix) クログチ，タチ，ヒラメ，北方系カナガシラ（黄海系），北方系のコチ等の游泳層は冬また秋に最も高くなる。

x) タチ，サメの游泳層はいずれも 1 年に 2 回極大または極小がある。即ちタチは春秋に高く，夏冬に低く，サメは春秋に低く，夏冬に高い。

終りに本研究を行うに当り御懇切なる御指導，御校閲を賜いた田内森三郎博士に深甚の謝意を表する。

## 文　　献

1) KANDA K.: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **24**, 103～110 (1958).
神田献二：本誌，**104**，103～110 (1958).
2) KANDA K.: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **24**, 10～15 (1958).

# マベ貝鰓の繊毛運動に及ぼす水温の影響

白 井 祥 平
(全国真珠養殖漁業協同組合)

## Effect of Temperature on Ciliary Movement of the Gill of Black Banded Wings Pearl Oyster, *Pteria penguin* (RODING)

Shohei SHIRAI

The present paper aims to make a few contributions to actual culture of black banded wings pearl oyster, *Pteria penguin* (RODING), which is known for producing extra-fine pearls, describing a phase of life of this shell-fish reflected in the ciliary motion of gill at different temperatures.

The method adopted in this experiment was analogous to that of YUKI[7], the arrangement of the apparatus being outlined in Fig. 1. The filtered sea water used was of pH = 8.3 with a salinity of 25.2.

The results say, as indicated by Table 1 and Fig. 2, the ciliary movement is quite insignificant at temperatures below 19°C. but grows rather vigorous as the water warms up to 21°C. The motion becomes very sprightly between 23°C. and 33°C., attaining to an optimum at 25°C. Though the motion slows down rapidly at temperatures beyond 33°C., it does not cease even at 35°C. Generally speaking, physiological activity of the oyster hesitates to be restored during the period of temperature rise and hastens to draw back with temperature fall of the surrounding water.

The implied characteristics of slow awaking in spring and rapid sleeping in autumn call upon the usual method of culturing the oyster to be looked at once more. Since the present experiment shows a sudden rise in ciliary movement occurring between 21°C. and 23°C., the latter temperature may be expected in various points to serve as an indicator of a critical condition in the culture of this shell-fish.

## 緒 言

鰓の繊毛運動とは斧足類 (*Pelecypoda*) の弁鰓を構成している鰓糸にある繊毛 (cilia) の運動の事で，餌料摂取やガス交換等の重要な役割を果しており，外囲の条件の変化に対して顕著に反応する所から貝の生活力を判定する指標の一つとして従来若干の貝類について実験され，GRAY[1] (1920)，野村・富田[2] ('33)，矢野[3] ('31)，佐藤[4] ('36)，喜多村[5] ('37)，井上[6] ('38)，結城[7] ('51)，小林・松井[8] ('53)，白井・川瀬・田中[9] ('54) の報告がある，

マベは広く熱帯地域に産する大形二枚貝で，ウグイスガイ科 (Family, *Pteriidae*) に属し，我国では鹿児島県奄美大島本島と加計呂麻島との間にある大島海峡にのみ棲息しており，明治末から半円真珠の母貝として用いられているが[10]，近年その資源が極めて少くなり世界で唯一のマベ真珠養殖が危殆にひんするようになつて始めてマベ貝の研究が行われたが，筆者はこの研究の手始めとして上記の理由から本実験を行つた。反応を見る方法は種々あるが，現地の状況から最も簡便な繊毛運動による方法を試みた。

稿を草するに当り本研究の端を開かれ，終始絶大なる御指導と御援助を賜わつた東京水産大学丹治経治教官に対し深甚の敬意を表すると共に，絶えず有力なる助言を賜わつた，新野弘教授に深謝の表を表する次第

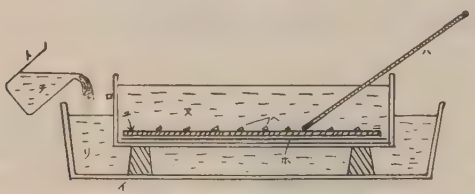
1958 年 4 月 16 日受理

である。

たお現地において直接御援助を賜わつた奄美真珠海綿養殖株式会社々長光塚喜市氏，元大島水産指導所長豊田武樹氏並びに瀬戸内海協会長的場宮秀氏，その他関係各位に対し厚く御礼申し上げる。

## 材料及び方法

1955年4月2日，油井小島実験場において，前日午後4時に準備した鰓片を用いて実験を行つた。これに供した貝は3年貝で殻長 22.5cm，殻高 21.0cm，殻幅 6.1cm，蝶番線長 21.0cm，前角 77°，後角 97° を有し，大島海峡水深 26 m の地点より採集された個体である。鰓片は内外鰓共に5鰓糸（幅 5mm，長さ 7mm）に切りとり，2日午前9時実験開始迄 12 時間，同地先で採取して作られた沪過海水中に収容し，粘液を除去した。



イ: Bat　　ヘ: Piece of gill
ロ: Enamelled-bat　　ト: Beaker
ハ: Thermometer　　チ: Hot-water or Ice-water
ニ: Glass-plate　　リ: Fresh water
ホ: Section paper　　ヌ: Filtered brine

**Fig. 1.** Showing the equipment used in this experiment.

水温区分は 15°C から 35°C 迄とし，当時地先水温 23°C であつたから，これより高温にするには温湯を用い，低温には氷水を用いて調節した。15°C から 35°C 迄と定めた理由はマベ天然棲息北限である大島海峡の冬期最低水温が 17.6°C であり，又夏期最高水温が 31.0°C であるからである。

今回の実験は 2° 間隔に行つた。実験装置は結城の方法を用い (Fig. 1)，ホーローバット内に 1 mm section paper をおき，その上に平坦な硝子板をのせ沪過海水を満たし，外側の大バットとホーローバットの間に温湯或いは氷水を入れて沪過海水を所期の温度にした。準備した鰓片を7ケガラス板上において2乃至3分間ならした後，1分間に匍匐する距離を1鰓片につき3回測定し，1区分毎に 21 回の記録をとつた。長時間に亘り，又温度の変化がはげしいために途中運動が弱まるものが多かつたが，それらは適時新たな鰓片と取りかえた。鰓片の移動及び進行方向の矯正には極く柔い毛筆を用いたが，アコヤガイやカキに較べてこの僅かな刺戟に対しても反応が強く，収縮を示した。

使用海水の pH は 8.3，鹹度は 25.2 である。

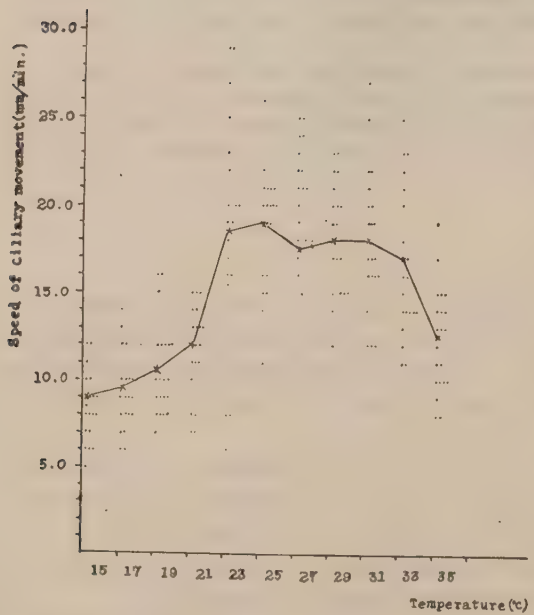



**Fig. 2.** Showing the speed of the ciliary movement of the gill of Penguin Pearl Oyster, in relation to the temperature.

## 結果及び考察

実験結果は Table 1 に示し，Fig. 2 にあらわした。

この図表よりみると，一般に低温に対する反応は大で運動が低下するのが認められた。15°C から 19°C

**Table 1.** Showing the experimental values for the speed of the ciliary movement in relation to the temperature.

15°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 17.0 | 9.0 | 12.0 |
| 2 | 10.0 | 9.0 | 9.0 |
| 3 | 11.0 | 8.5 | 8.0 |
| 4 | 6.0 | 6.0 | 8.0 |
| 5 | 12.0 | 9.0 | 6.0 |
| 6 | 7.0 | 10.0 | 8.0 |
| 7 | 7.0 | 5.0 | 8.0 |

17°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 13.0 | 14.0 | 12.0 |
| 2 | 8.0 | 10.0 | 10.0 |
| 3 | 8.0 | 9.0 | 7.0 |
| 4 | 10.0 | 10.0 | 9.0 |
| 5 | 6.0 | 8.0 | 6.0 |
| 6 | 9.0 | 9.0 | 10.0 |
| 7 | 8.0 | 7.0 | 12.0 |

19°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 8.0 | 9.0 | 8.0 |
| 2 | 7.0 | 10.0 | 9.0 |
| 3 | 10.0 | 10.0 | 9.0 |
| 4 | 8.0 | 9.0 | 8.0 |
| 5 | 16.0 | 12.0 | 15.0 |
| 6 | 16.0 | 12.0 | 12.0 |
| 7 | 12.0 | 12.0 | 10.0 |

21°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 11.0 | 13.0 | 11.0 |
| 2 | 15.0 | 13.0 | 12.0 |
| 3 | 7.0 | 8.0 | 7.0 |
| 4 | 11.0 | 10.0 | 8.0 |
| 5 | 16.0 | 12.0 | 13.0 |
| 6 | 13.0 | 15.0 | 14.0 |
| 7 | 14.0 | 12.0 | 15.0 |

23°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 23.0 | 29.0 | 29.0 |
| 2 | 27.0 | 17.0 | 20.0 |
| 3 | 16.0 | 20.0 | 20.0 |
| 4 | 19.0 | 19.0 | 18.0 |
| 5 | 16.0 | 15.5 | 17.0 |
| 6 | 20.0 | 25.0 | 22.0 |
| 7 | 8.0 | 8.0 | 6.0 |

25°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 14.0 | 15.0 | 19.0 |
| 2 | 16.0 | 21.0 | 23.0 |
| 3 | 19.0 | 20.0 | 21.0 |
| 4 | 16.0 | 11.0 | 15.0 |
| 5 | 20.0 | 20.0 | 22.0 |
| 6 | 20.0 | 19.0 | 21.0 |
| 7 | 26.0 | 20.0 | 21.0 |

27°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 21.0 | 18.0 | 25.0 |
| 2 | 19.0 | 17.0 | 18.0 |
| 3 | 21.0 | 21.0 | 24.0 |
| 4 | 22.0 | 18.0 | 20.0 |
| 5 | 25.0 | 22.0 | 23.0 |
| 6 | 16.0 | 18.0 | 24.0 |
| 7 | 15.0 | 15.0 | 18.0 |

29°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 20.0 | 15.0 | 22.0 |
| 2 | 15.0 | 17.0 | 15.0 |
| 3 | 20.0 | 14.0 | 19.0 |
| 4 | 15.0 | 12.0 | 17.0 |
| 5 | 23.0 | 17.0 | 23.0 |
| 6 | 22.0 | 20.0 | 21.0 |
| 7 | 18.0 | 19.0 | 15.0 |

31°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 14.0 | 12.0 | 12.0 |
| 2 | 19.0 | 17.0 | 16.0 |
| 3 | 17.0 | 16.0 | 16.0 |
| 4 | 21.0 | 20.0 | 22.0 |
| 5 | 19.0 | 16.0 | 12.0 |
| 6 | 25.0 | 27.0 | 22.0 |
| 7 | 20.0 | 17.0 | 19.0 |

33°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 22.0 | 23.0 | 23.0 |
| 2 | 20.0 | 15.0 | 14.0 |
| 3 | 25.0 | 17.0 | 21.0 |
| 4 | 14.0 | 11.0 | 14.0 |
| 5 | 16.0 | 18.0 | 17.0 |
| 6 | 11.0 | 13.0 | 14.0 |
| 7 | 16.0 | 14.0 | 12.0 |

35°C

| No. \ Time | I (mm) | II (mm) | III (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 10.0 | 13.0 | 14.0 |
| 2 | 15.0 | 13.0 | 13.0 |
| 3 | 14.0 | 15.0 | 14.0 |
| 4 | 10.0 | 10.0 | 12.0 |
| 5 | 17.0 | 19.0 | 15.0 |
| 6 | 8.0 | 8.0 | 9.0 |
| 7 | 10.0 | 11.0 | 11.0 |

迄は除々に上昇するも大きな変化はなく，21°C になり，やや顕著になり，23°C において急激に上昇する事が認められ，この温度下の 33°C 迄の間には最も活発な運動をなした。23°C より更に高水温では 25°～27°C を最大として降下を始めるも，33°C 迄は大差は認められず，35°C において降下率即ち運動の不活潑さは大になるが，低温時における反応に比して緩慢であり，夏期最高水温である 31°C より 4° 高い 35°C においてなお相当の運動力を有し，21°C の時とは殆同値を示している。この事からマベの分布が琉球，八重山，南洋，フィリピン，インドネシヤ等広く熱帯地域に及び，当然棲息海域の水温も最高時には更に上昇する事が考えられ，従つて貝も高温に対しては低温に対するよりも抵抗力が強いと推論される。

## 要　　約

1) マベ真珠の母貝であるマベ貝増殖の基礎的研究の一部として，マベに対する水温変化の影響を調べるために鰓の繊毛運動を利用して実験を行つた。

2) その結果によれば水温 19°C 以下では運動は緩慢であり，21°C でやや上昇する。23°C から 33°C の間が相当活潑であり，25°C が Optimum point と見られた。33°C より漸次降下するが，33°～35°C においても，なお運動が認められた。

3) 一般に水温の上昇時（冬期から春期に至る期間）は生理機能の回復が緩慢であり，降下時（秋期から冬期に至る間）は逆に急激に減退する。従つて養殖における春期の作業の時期及び秋から冬にかけての作業の上に吟味が必要である。

4) 今回の実験において 21°C と 23°C の値に大きな相違が認められた。それ故この 23°C が種々な点で一つの indicator になると考える。

## 文　　献

1) GRAY, J.: 1928, Ciliary movement, Cambridge Univ. Press, London.
2) NOMURA, S. and G. TOMITA: 1933, A Simple Method of Measuring the Mechanical Activity of Cilia. Journ. Schanghai Sci. Inst. Sec. IV. **1** (1).
3) 矢野滝雄: 1931, マガキ鰓の繊毛の活動に就いて(第一報)，水産研究誌 XXVI (8).
4) 佐藤鉦一: 1936, マガキ鰓の繊毛運動と温度との関係，本誌 IV (6).
5) 喜多村勇: 1937, アサリ鰓の繊毛運動と温度との関係，本誌 VI (3).
6) 井上　明: 1938, ハマグリ鰓の繊毛運動と温度との関係，本誌 VII (1).
7) 結城了伍 (Ryogo YUKI.): 1951, アコヤガイ鰓の繊毛運動: Ciliary Movement of the Gill of the Pearl Oyster. I. 低塩分濃度の影響: Influence of Low Salinities. II. 硫酸銅に対する抵抗力: Resisting Power to Cupper Sulphate. III. マーキュロクロームの作用: Toxic effect of Mercurochrome. 真珠の研究 II (1～2).
8) 小林　博・松井淳平: 1953, アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究. I. 鰓の繊毛運動について，水講報告 III (2).
9) 白井祥平・川那清彦・田中　実: 1954, マガキとケガキの鰓の繊毛運動に及ぼす水温の影響(未発表).
10) ————: 1958, 奄美大島におけるマベ真珠養殖の概況，Venus XIX (3～4).

# On Actomyosin of Squid Muscle from Salt-Extract —Preparation of Actomyosin*—

Juichiro J. Matsumoto
*(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)*

In squid muscle, a water-soluble fibrous protein was found to exist which showed responses to ATP like actomyosin, and it was called M-actomyosin[1)2)]. The amount of the water-soluble proteins by repeated extractions was as high as 50~55 % to total muscle proteins[1)]. If it was assumed that a part of the water-soluble protein fraction was composed of non-myosins** as much as ~20 % of the total muscle proteins according to the fractionation of the salt-extracts[1)], the difference between the water-soluble fraction and non-myosins, about 30 %, might correspond to M-actomyosin which was extracted with water. On the other hand, the yield of M-actomyosin preparation from aqueous extracts was 1~9% of the total muscle proteins[1)2)3)], while fractionation of the salt-extracts of the squid muscle suggests that more than 60 % of the total muscle proteins are composed of myosin-like globulins[4)]. Hence, it was questioned whether the bulk of the structural proteins is composed exclusively of M-actomyosin, or it contains, besides M-actomyosin, other proteins, *e. g.*, an ordinary actomyosin as that of rabbit or carp.

If there exists, in squid muscle, an actomyosin which should have the same solubility behaviors as rabbit or carp actomyosin, it must be prepared by the same method from squid muscles.

By comparing the characteristic functional properties of these proteins, it will be tested whether the squid protein is identical with M-actomyosin or not. In the present report, trial for separating actomysin of squid and some observation on the preparation obtained are described.

## Experimental

### Methods

The most part of the methods employed are the same as the previous reports[1)2)].

*Received Dec. 20, 1957.*

* Contribution B No. 278, from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo. Read before the Annaul Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, April 3, 1957.

** The word "non-myosins" includes albumins such as myogens and myoalbumin, and, globulin X. The soluble fraction at low ionic strengths ($I$=0.05~0.1) in salt-extracts of muscle is believed to correspond to non-myosins.

*Materials*: Mantle muscle of common squid, *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP, which were caught from October to February, were used. The body weight ranged from 310 to 640 g. and pH of the muscle was 6.2～6.9.

## RESULTS

### (A) The ordinary method to separate actomyosin

The method which has been used most commonly[5] is based on long extraction of SZENT-GYÖRGYI[6] followed by separation and purification of actomyosin as described by GREENSTEIN *et al.*[7] Thus, minced squid muscle was extracted with 5 times (v./w.) of WEBER-EDSALL's solution (0.6 M KCl, 0.04 M $Na_2CO_3$, 0.01 M $NaHCO_3$) for 20 hours at cold place, with constant gentle stirring. The mixture was centrifuged for 20 min. by ～4,000 r. p .m. (1,500～2,800 *g*), giving an opalescent viscous extract, $S_1$, which showed an intense streaming birefringence (SB). When the extract was diluted with water to 0.1 M KCl concentration and adjusted to pH 6.5 with 6 % acetic acid and centrifuged, the proteins of squid did not deposit well but some amount of loose, swollen precipitate, $P_2$, was found and the boundary between the supernatant and the precipitate was not sharp, though actomyosins of rabbit and carp always did separate sharply as the precipitate. Supernatant at 0.1 M KCl concentration of squid extract showed an intense SB which suggested that a considerable amount of the fibrous proteins remained in solution. For it was suspected that the ionic strength ($I$) of precipitation was not proper, the extract $S_1$, was diluted to 0.05 ionic strength. The amount of the precipitate here, $P_3$, was larger than the precipitate $P_2$, and SB of the supernatant was less intense. However, when the precipitate, $P_3$, was dissolved in 0.6 M KCl and then diluted to 0.2 M (pH～6.3), no precipitate was formed. This suggests that the protein in $P_3$, is not the same as rabbit actomyosin. The yield per g. muscle was 77 mg. for $S_1$, 24 mg. for $P_2$, and 52 mg. for $P_3$, respectively. When the precipitate $P_2$ was dissolved in 0.6 M KCl, a salting-in curve as shown in Curve A of Fig. 1 was obtained. This curve suggests that from the extract $S_1$ no protein might be obtained which resembles rabbit actomyosin.

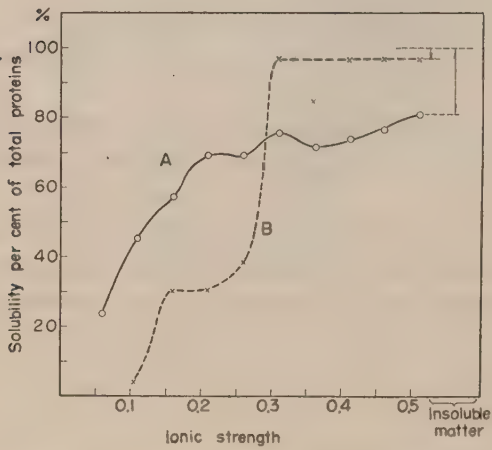



**Fig. 1.** Salting-in curves at pH～6.8 of actomyosin preparations obtained by prolonged extraction with WEBER-EDSALL's solution (Curve A) and with 0.6 M KCl solution (Curve B).
Protein concentration in the mixture:
Curve A, 0.38 mg./m*l*.; Curve B, 0.22 mg./m*l*.

**(B) Long extraction with 0.6 M KCl**

It was reported by WEBER[8)9)] and BAILEY[10)], that at higher pH and at higher ionic strength, rabbit actomyosin is apt to be denatured and to dissociate irreversibly into actin and myosin, and also that actin is denatured during the extraction with alkaline media and remains in supernatant when the extract was diluted for separating actomyosin. It was found by the author, that if the salt-extract of squid muscle was stored for a period myosins* are apt to become less precipitable at the lower ionic strength[11)] ($I=0.05$). As the pH value of the above extract of squid muscle with WEBER-EDSALL's solution was found to be 8.2, the alkaline reaction might be responsible for the failure in separating actomyosin. Thus, 0.6 M KCl solution was used in place of the ordinary WEBER-EDSALL's solution. To remove the soluble proteins more effectively, precipitations were done at 0.2 M KCl concentration from the first step, and repeated twice at the same ionic strength.

The extract $S_1$, whose pH was 6.3, was diluted and centrifuged, supernatant being readily separated from the precipitate. The 0.6 M KCl solution of the precipitate $P_4$ obtained after 3 times reprecipitations gave a salting-in curve shown in Curve B of Fig. 1. While a larger part of the precipitate showed salting-in at $I=0.2\sim0.3$ and seemed to be the proteins corresponding to actomyosins of rabbit and carp, a considerable amount of another component was found which is soluble in lower ionic strengths. Probably, the actomyosin of squid was caught but the impurity was not removed. The yield per g. muscle was 94 mg. for the extract $S_1$, and 32 mg. for the precipitate $P_4$ (concentration 2.2 mg./m*l.*), and those of the dissolved proteins in the supernatants were 22 mg. for $S_2$, 20 mg. for $S_3$, and 14 mg. for $S_4$, respectively. It must be noted that SB was found in these three supernatants obtained by repeating precipitations. This suggests that some fibrous proteins have remained dissolved in the supernatant.

**(C) Short extraction with 0.6 M KCl**

The inhomogeneity of the preparation obtained by the long extraction with 0.6 M KCl might be due to some change or denaturation of the protein during extraction described above[8)10)]. So the duration of extraction was reduced to 10 min.**, using the same extractant. For this extraction, a blendor equipped with an anti-foam baffle plate[4)] was used to help the degradation of tissue. Method of preparation and its result were shown in Fig. 2 and in Table 1, respectively. On dilution succeeded by centrifugation, the precipitates were more compact compared with the cases of long extraction, and the supernatants were easily separated from the precipitates. The solution in 0.6 M KCl of the precipitate $P_4$ was opalescent, highly viscous, and intense-

* As in the previous report[1)], the word "myosins" was used here to comprehend the structural globulins of muscle, such as myosin and actomyosin.

** The later experiences show that the duration of homogenizing suffices with 30 sec.~3 min. by ca. 10,000 r. p. m.

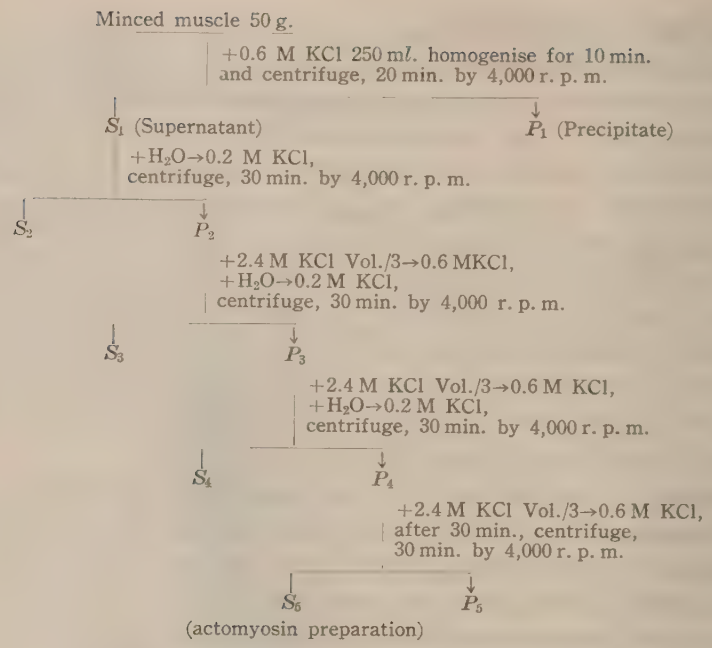



**Fig. 2.** Preparation of actomyosin of squid muscle.

**Table. 1.** A quantitative aspect of the preparation of actomyosin of squid muscle*

| Fraction | pH | SB | Concentration | Yield | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mg. protein/ml. | mg. protein per g. muscle | % of total muscle proteins |
| $S_1$ | 6.4 | + (intense) | 13.7 | 142.6 | 95 |
| $S_2$ | 6.3 | – | 1.36 | 31.9 | 21 |
| $S_3$ | 6.3 | – | 0.39 | 7.4 | 5 |
| $S_4$ | 6.2 | – | 0.18 | 4.3 | 3 |
| $S_5$ | 6.3 | + (intense) | 8.70 | 89.4 | 60 |

* pH 6.7.

** Total muscle proteins were assumed as 150 mg./g. muscle which is a rough average of many data.

ly streaming birefringent. The salting-in curve of $P_1$ was shown in Curve A of Fig. 3, which suggests that it was composed of a considerably homogeneous component which has its salting-in range at $I=0.15\sim0.4$ at pH ~6.8. So this fraction might correspond to the actomyosins of rabbit and carp, though the salting-in range appears a little lower than those of actomyosins of rabbit ($I=0.24\sim0.5$[9][10][12]) and carp ($I=0.2\sim0.5$[2][13][11][15]). Since the yield of the preparation $P_1$ amounted to about 60 % of the total muscle proteins as Table 1, and since the supernatants of precipitations at 0.2 ionic strength did

not show SB, it seems that the most part of the fibrous proteins, *i. e.* myosins was brought down in this fraction.

Thus a preparation like actomyosins of rabbit and carp was prepared by a modified method, while the ordinary method could not yield such preparation.

When the salting-in curve of the preparation was compared before and after each precipitation in Fig. 2, it was shown that by each precipitation, the amount of the presumably impure component which was soluble in lower ionic strengths had decreased. However, this component could not be removed completely by three or four times repeated precipitations and also by additional washings with 0.05～0.2 M KCl solutions.

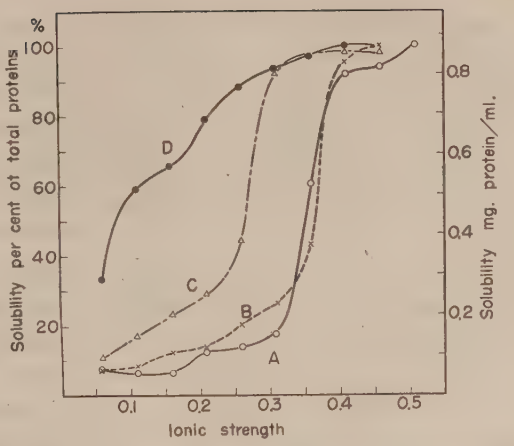



**Fig. 3.** Salting-in curve at pH～6.8 of actomyosin preparation obtained by short extraction with 0.6 M KCl solution and its change during storage of the preparation.
Curve A, immediately after preparation;
Curve B, 1 day after preparation;
Curve C, 3 days after preparation;
Curve D, 8 days after preparation.

This preparation will be tentatively assumed as "actomyosin" of squid in the present study.

**(D) Effect of pH on solubility behaviors of squid actomyosin**

Salting-in curves at various pHs of actomysin of squid obtained by the above method were as shown in Fig. 4, and its solubility behavior over a wide range of pH

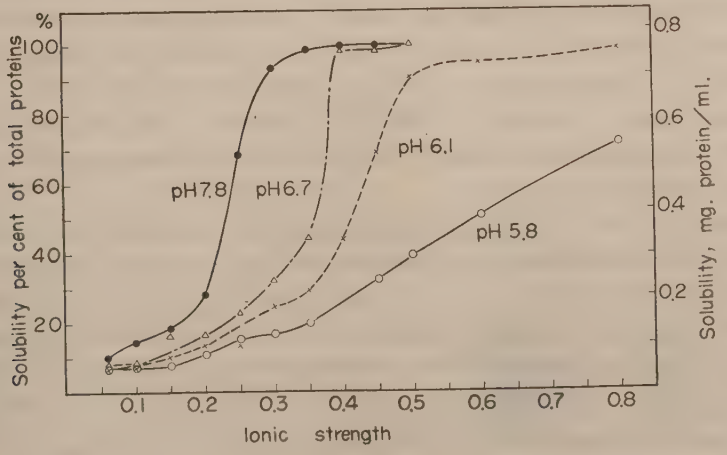



**Fig. 4.** Salting-in curves at various pH's of actomyosin preparation.

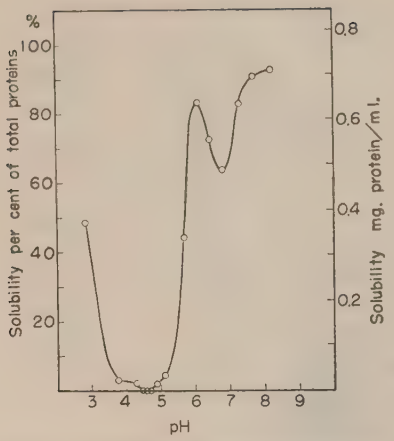



**Fig. 5.** Solubility of actomyosin preparation at various pH's and at $I=0.4$.

at $I=0.4$ was as Fig. 5.*

Fig. 4 shows that the salting-in range of squid actomysin shifts to the lower ionic strength with increase in pH value, and shifts to the reverse side with decrease in pH value. Also it was shown that, at a considerably low pH (pH~6), a little part of the preparation was soluble at lower ionic strengths. It was also suggested from Fig. 5 that the isoelectric point of squid actomyosin at $I=0.4$ is near pH ~4.6.

**(E) The instability of squid actomyosin**

If actomyosin of squid was stored in dissolved state in 0.5~0.6 M KCl (pH ~6.5) in cold place, a gradual change of the salting-in curve was found to occur. This suggests that the protein changed into a readily soluble one (Fig. 3).

## Discussion

With the present study, a globulin fraction, presumably "actomyosin" of squid was separated and purified to a considerable degree. Although it must be examined experimentally if this preparation is nothing else but the structural protein which is responsible for the contraction of squid muscle, this protein was regarded as actomyosin for the following reasons. Thus, the protein which occupied the larger part of the muscle proteins, was in dissolved state, opalescent, highly viscous and also intensely streaming birefringent. It appears, however, to have three as properties distinct from actomyosins of rabbit and carp. Thus, i) this protein cannot be prepared by the ordinary method for actomyosin but can be obtained by a scheme with some modification; ii) it changes readily in 0.5~0.6 M KCl solution into another protein or another state which is soluble in lower ionic strengths, while no such change has been found on actomyosins of rabbit[12] and carp[15]; and iii) its salting-in appears to begin at a lower ionic strength.

It appears that the second property is responsible for the first, that is, actomyosin of squid was not separated by the ordinary method because it was changed during the long extraction with salt solution. The change of solubility behaviors of squid myosins during the storage of salt-extract[11] might be due to the same property as studied here.

Curve A of Fig. 3 and the curves of Fig. 4 show that a small part of the preparation is soluble in lower ionic strengths, and so even at pH ~5.8. Whether the

* The method used here is the same with that which was used to estimate the iso-electric point in the previous report[2].

soluble fraction is an impurity, or the dissolved part of a homogeneous preparation, cannot be answered in the present stage of knowledge. Some different mechanisms may also be possible. However, it would be worth while pointing out that it did precipitate completely also at $I=0.4$, when pH was as low as near 4.7 (Fig. 5). In Fig. 5, a small valley is found on the curve near pH 7. A similar pattern was found in the swelling curve of whole muscle of squid and fishes which were worked out by Okada *et al.*[16]

The time is not ripe for answering if actomyosin of squid in the present study is identical with M-actomyosin recovered from aqueous extract or not. However, it would be interesting to note that squid actomyosin and M-actomyosin are very similar as far as their lability is concerned.

## Summary

1) To separate actomyosin of squid, the ordinary method used for rabbit actomyosin was tried, but the result was not successful.

2) By extracting squid muscle for 10 min. with 0.6 M KCl, followed by precipitating 3 times at 0.2 M KCl concentration, a preparation which is in all probability actomyosin of squid was obtained. The preparation was, if dissolved in 0.5～0.6 M KCl solution, opalescent, highly viscous and intensely streaming birefringent, and also showed its salting-in range at $I=0.15$～$0.4$ (pH ～6.8).

3) If the protein was stored in dissolved state in 0.5～0.6 M KCl and at neutrality, a change occurred so that it becomes readily soluble at lower ionic strengths. The change appears to be responsible for the fact that squid actomyosin is not separated by the ordinary method.

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. Migita for his valuable advice, to Prof. S. Mizushima for his encouragement, and to Miss M. Akiba for her technical assistance.

## References

1) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 641～652 (1954).
2) Matsumoto, J. J.: *Ibid.*, **23**, 92～104 (1957).
3) Matsumoto, J. J.: *Ibid.*, **23**, 775–781 (1958); **24**, 29～36 (1958).
4) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Ibid*, **22**, 561～568 (1957).
5) Watanabe, S.: "Standard Method of Biochemistry", Edited by Akabori, S. *et al.*, Bunkyodo, Tokyo (1953) 245.
6) Szent-Györgyi, A: *Acta Physiol. Scand.*, **9**, Supple., 25～65 (1944).
7) Greenstein, J. P. and Edsall, J. T.: *J. Biol. Chem.*, **133**, 397～408 (1940).
8) Portzehl, H., Schramm, G. and Weber, H. H.: *Z. Naturforsch.*, **5b**, 61～74 (1950).
9) Weber, H. H. and Portzehl, H., Advances in Protein Chemistry, **7**, 217～218, 238 (1950).
10) Bailey, K.: "The Proteins", Vol. II. Part B., Academic Press, New York (1954) 958, 986～987.
11) Migita, M., Matsumoto, J. J., Aoe, N. and Saishu, T.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **24**, 51～58 (1958).

12) Hasselbach, W., Hofscheider, H. P., Kasper, E and Lutz, R.: *Z. Naturforsch.*, **8b**, 204~211 (1953).
13) Roth, E.: *Biochem. Z.*, **318**; 74~94 (1947).
14) Hamoir, G.: "Contribution a l'etude des proteins musculaires de poisson", Imprimerie H. Vaillant-Charmanes, Liège (1955) p. 87; *Arch. intern. physiol. et biochim.* **63**, Suppl. (1955).
15) Ishino, A.: Unpublished data, cf. Matsumoto, J. J., *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **24**, 29~36 (1958).
16) Okada, M. and Tada, S.: *Ibid.*, **19**, 178~183 (1953).

# On the Protein Composition of Squid Muscle*

Juichiro J. Matsumoto
*(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)*

Among the estimation methods so far reported for muscle proteins, those of Weber[1] and of Smith[2] have been well known. In these methods, muscle proteins are extracted with 0.5~1.9 M neutral salt solutions, being divided into several fractions by reduction of the salt concentration of the extracts and by further treatments. With some modification of these methods, protein composition of cod muscle has been estimated by Dyer *et al.*[3] The present paper deals with the analysis of squid muscle proteins following the scheme of Dyer *et al.* According to Dyer's method, muscle proteins are divided into myosin, myogen, myoalbumin, globulin X and stroma. However, since the myosin referred to by Dyer includes some fibrous muscle proteins such as myosin, actin and actomyosin, the word "myosins" is used, in the present paper, to include all of them. For the sake of simplicity, a group including myogen, myoalbumin plus globulin X is also called occassionally by name of "non-myosins".

With regard to the application of Dyer's method on squid muscle proteins, following observations have been made by the author.

i) As myosins of squid were found to be readily changed when they are extracted for long time at higher pH values and at higher ionic strengths[4][5], extraction with 0.6 M KCl solution at pH~6.5 was preferred to Dyer's method employing 5% NaCl at pH~7 (0.88 M).

ii) It was found that in Dyer's condition (ionic strength, $I=0.088$, pH~7), squid myosins are not completely precipitated but more complete precipitation is attained at $I=0.05$ and pH~6.5[4]. Therefore in the present study, the full scheme of Dyer *et al.* was followed, on the one hand, and a method modified in some points was tried on the other hand.

## Experimental

### Methods

**Materials:** The used common squids, *Ommastrephes sloani pacificus* Steenstrup, were obtained from wholesale markets. In the former 3 cases among 6 analyses, 2 surface layers of the skin of the mantle were removed and the muscle was used for analysis. In the latter 3 cases, the middle part of the mantle was cut out with razor blade to avoid the contamination with the epithelial tissues. In all cases, sample muscle was minced with a knife and ground with a mortor, being subjected to analysis. For reference, description of sample squids are shown in Table 1.

*Received March 3, 1958.*

* Contribution B No. 283 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo.

**Dyer's method**:

A general aspect of this method is shown in Fig. 1.

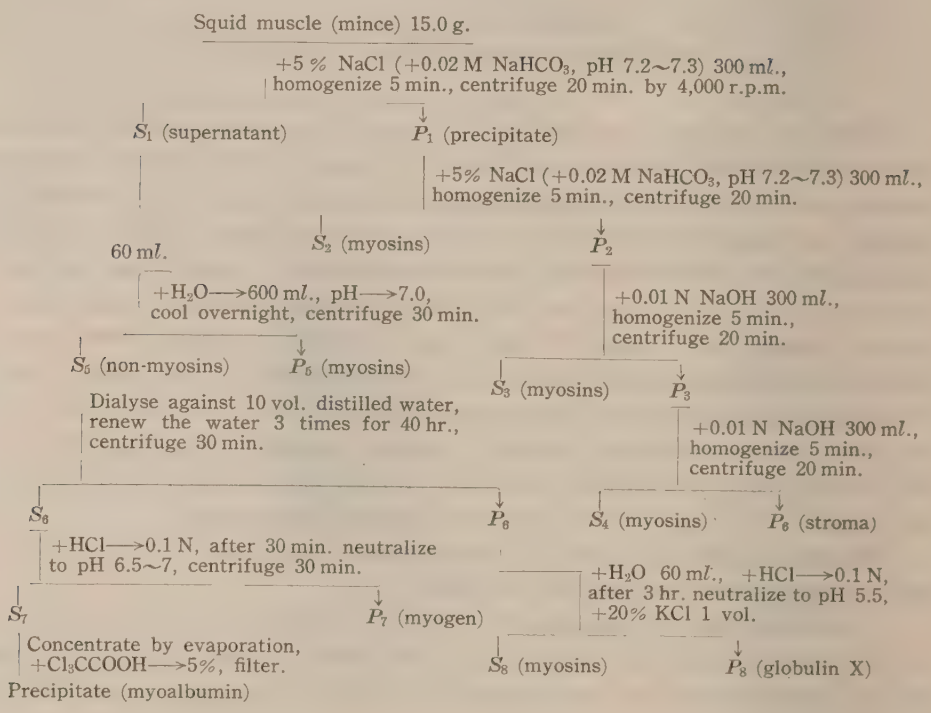



**Fig. 1.** Estimation scheme of muscle proteins of Dyer *et al.*

i) *Extraction*: Fifteen grams of the muscle was homogenized with 300 m*l*. of salt solution for 5 min. at the lower speed (~10,000 r.p.m.) of a baffle-plated Waring blendor[6], the homogenate being centrifuged for 20 min. at 4,000 r.p.m. (1,500~2,800 *g*).

ii) *Separation of myosins*: Immediately after obtaining the extract $S_1$, 60 m*l*. of $S_1$ was diluted with distilled water adding the water dropwise while the protein solution was constantly stirred. Then, the precipitate obtained by centrifugation after a night cold storage was determined and regarded as myosins and its supernatant as non-myosins.

iii) *Fractionation of non-myosins*: The supernatant obtained by centrifugation of the diluted salt extract was dialysed against distilled water and treated as Fig. 1.

**A modified Dyer's method:**

In the above Dyer's method, following points were modified so as to fit squid muscle proteins.

i) *Extraction*: For 5% NaCl of Dyer, 0.6 M KCl solution containing no buffering agent was used and duration of extraction was shortened to 1 min.

ii) *Separation of myosins*: To 50 m*l*. of the extract, $S_1$, 550 m*l*. of distilled water was added so that ionic strength was reduced to 0.05, pH being adjusted to 6.5.

**Determination of proteins:**

Proteins in solution were separated by treating with trichloroacetic acid (final concentration 5%) and washed, being determined by semi-micro KJELDAHL method. Some solutions with low protein concentration were analysed by the biuret method[7]. Nitrogen content in the proteins was assumed as 16.0% for convenience sake.

For total proteins the sum of all fractions was adopted. The relative error between this value and that determined by directly treating the muscle with trichloroacetic acid[8] was, in average of 4 cases, as low as 0.6%, which is negligibly small.

**pH:** pH was measured by Beckman type G glass-electrode pH meter.

**Temperature of experiment:** The best part of the experiments were performed in a cold place and under cooling with ice-water, temperature of the sample being not raised beyond 17°C. even after centrifugation.

**Salting-in curve:** Solubility of dissolved proteins at varying ionic strengths was estimated by the method previously reported as the salting-in range estimation.[9]

## RESULTS

**Experiment I. Analysis by the DYER's method**

Results as Ia and Ib in Table 1 were obtained. The used squids had been transported to the market in ice-water. While the first of them (Ia) was fresh, the other (Ib) appeared to have a softened tissue so that it was suggested that a few days had passed away from the catch.

In Table 1, corrected values for myosins and related fractions were appended in parenthesis, following DYER's assumption that 12% of the total myosins present in the salt extract remains in supernatant when myosins are precipitated.

**Experiment II. Analysis by the modified DYER's method**

Results as IIa, b, c in Table 1 were obtained. An experiment shown in IId was made to improve the accuracy of stroma value by increasing the used muscle to 30 g. Among the squids used in these analyses, those in IIb and IIc were of a lightly sepia skin, their mantle and fin showing a dull contraction if touched with the fingers.

In both Experiments I and II, about 90% of the total muscle proteins was extracted in the first extract $S_1$, which was turbid, viscous and showed intense streaming birefringence (SB). The extracts obtained by second or later extractions were lightly or slightly turbid and less viscous, showing no SB. While the residues of the first and the second extractions formed a mass of entangled soft fibres, the residues of the third and the fourth extractions with dilute alkali were translucent loose precipitates.

The precipitated myosins obtained from the first extract was a rather translucent paste which showed high viscosity and intense SB if dissolved in 0.6 M KCl.

To test whether this precipitate is truely composed of a fraction of globulin nature

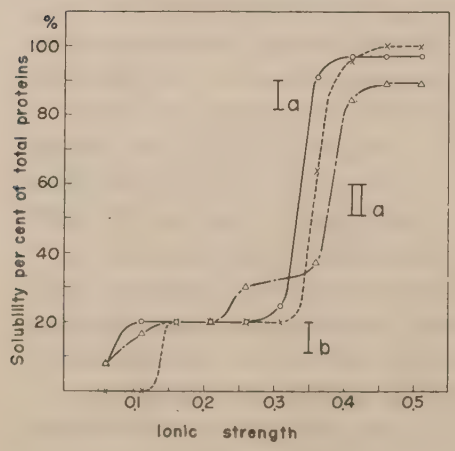
**Table 1.** Fractionation data of squid muscle proteins estimated after DYER's scheme and by its modification.

| | No. | Ia | Ib | IIa | IIb | IIc | IId |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Method | DYER's | DYER's | Modified | Modified | Modified | Modified** |
| | Myosins pptd. at $I$ | 0.088 | 0.088 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | — |
| | Myosins pptd. at pH* | 7.2 | 7.0 | 6.3 | 6.9 | 6.6 | — |
| Partition of protein-N as per cent of total protein-N — Extract | $S_1$ (non-myosins +myosins, %) | 89.3 | 90.5 | 87.9 | 90.1 | 90.9 | 89.9 |
| | $S_2$ (myosins, %) | 3.6 | 2.8 | 5.8 | 4.0 | 5.4 | 4.9 |
| | $S_3$ (myosins, %) | 2.2 | 1.5 | 2.7 | 1.5 | 1.0 | 2.5 |
| | $S_4$ (myosins, %) | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 1.2 | 0.3 | 0.6 |
| | $P_4$ (stroma, %) | **3.9** | **4.5** | **2.3** | **3.2** | **2.4** | **2.1** |
| Fractions | $P_5$ (myosins in $S_1$, %) | 61.6 (70.1)*** | 58.6 (66.6)*** | 69.3 | 74.4 | 78.4 | — |
| | $S_5=S_1-P_5$ (non-myosins, %) | **27.7** (**19.2**)*** | **31.9** (**23.9**)*** | **18.6** | **15.7** | **12.5** | — |
| | $S_7+P_7+S_8+P_8$ (non-myosins, %) | 27.5 | 22.4 | 17.6 | 13.0 | 14.0 | — |
| | $S_7$ (myoalbumin, %) | 3.1 | 5.0 | 2.5 | 2.5 | 2.1 | — |
| | $P_7$ (myogen, %) | 9.2 | 2.3 | 0.5 | 9.8 | 3.6 | — |
| | $S_8$ (myosins ?, %) | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | — |
| | $P_8$ (globulin X, %) | 15.1 | 14.7 | 14.5 | 0.6 | 7.7 | — |
| | $P_5+S_2+S_3+S_4$ (total myosins, %) | **68.4** (**76.9**)*** | **63.6** (**71.6**)*** | **79.1** | **81.1** | **85.1** | — |
| Muscle | pH of muscle | 6.3 | 6.4 | 6.3 | 6.4 | 6.8 | 6.4 |
| | Total-N (%) | 3.18 | 3.19 | 3.46 | 3.53 | 3.80 | 3.57 |
| | Total proteins (%) | 14.29 | 14.11 | 15.08 | 15.47 | 16.57 | 15.03 |
| | Protein-N / Total N ×100 | 71.7 | 70.7 | 70.5 | 70.3 | 72.8 | 67.5 |
| Animal | Freshness | Good | Passable | Good | Excellent | Excellent | Good |
| | Sex | ♂ | ♀ | ♀ | ♂ | ♂ | ♀ |
| | Body weight (g.) | 500 | 340 | 420 | 430 | 286 | 800 |
| | Date | Dec. 3 | Dec. 10 | Dec. 18 | Sept. 16 | Oct. 14 | Aug. 8 |

Note: * Determined after separating myosins.

** Nine m*l*. of extractant per every 1 g. muscle was used.

*** The figures in parenthesis were derived from correction of DYER *et al.* for myosins remaining in supernatant.




such as myosin and actomyosin, a salting-in curve study was tried on some preparations. The curves in Fig. 2 show that the greater part of each preparation are composed of globulins. Different from the translucent pasty appearance of precipitate of myosins, precipitates $P_7$ and $P_8$ appeared rather opaque and less lyophilic.

**Fig. 2.** Salting-in curves of myosins. Protein concentration: Ia, 0.22 mg./m*l*.; Ib, 0.22 mg./m*l*.; IIa, 0.27 mg./m*l*.

## Discussion

As regards the data in Table 1, followings are apparent.

By both the methods employed, about 90% of the total muscle proteins of squid is dissolved by the first extraction, which is a similar level to the case with cod muscle reported by DYER *et al.*[3] Among the values of the residual protein of the last extraction ($P_4$) which might correspond to the stroma proteins in squid muscle, the values of IIb, IIc and IId should be most reliable, because they are completely freed from skin proteins. Thus the real content of the stroma proteins will be 2~3% of the total muscle proteins. With the amounts of other fractions, the error introduced from the contamination with the skin proteins appears to be negligibly small (~2% in relative value).

Myosins in extract $S_1$ are 58.6~78.4% and non-myosins, 12.5~31.9%. On the other hand, KITABAYASHI[10] has reported that muscle of squid, *Ommastrephes*, contains only 9% myosins and non-myosins as much as 82%. However, Fig. 2 shows that the best part of the precipitate regarded as myosins by the author is composed of some globulin if not myosin in a strict meaning so that the author's data on myosins and non-myosins seem to be supported.

If the proteins extracted into second and later extracts were, according to DYER's principle, assumed also as myosins, the value, $S_1-P_5$, might indicate the total non-myosins in the muscle, and also the value, $P_5+S_2+S_3+S_4=100-\{(S_1-P_5)+P_4\}$, might correspond to the total myosins. Though, in the present study, all non-myosins in the muscle were assumed to have been extracted into the first extract, it is probable that non-myosins which are the most soluble among the muscle proteins were brought exclusively into the first extract into which some 90% of the muscle proteins was brought in.

Among the data of non-myosins in Table 1, the values of Ia and Ib should be put out of consideration, because in these cases squid myosins might be confused into non-myosins as a result of high pH and high ionic strength of DYER's extractant as stated above. Thus, the content of non-myosins in squid muscle is inferred to be 12.5~18.6% of total muscle proteins. If the data of Ia and Ib are corrected for the unprecipitated myosins in DYER's way, non-myosins of these cases approach the values of Ic~IIc.

If reliable data are selected from a large number of the author's preliminary analysis in which extraction was done not repeatedly, non-myosins of the squid amount to, 12.1, 14.0, 15.0, 15.5 and 19.7%, which is a similar pattern to the present data.

Now, as a general picture, non-myosins in squid muscle might range from 12 to 20%, and so, myosins, from 77 to 85% of the total muscle proteins.

With the fractionation data of non-myosins, variation among 5 analyses is not small. Of the experimental conditions, the rates of dialysis might not be equalized. However, the electric conductivity of the sample solution after dialysis was 0.00015, 0.00012,

0.00021, 0.00015 mho for respective analyses. These values appear to be in a good agreement with one another and to be close to the precipitating condition of globulin X ($10^{-4}$ mho). The variation of non-myosins in Table 1 might reflect the variation in physiological conditions of the used sample muscle, or it might be attributable to the inadequacy of this classification and fractionation method of the component proteins of non-myosins as suggested by HAMOIR[11] on the basis of his electrophoretic study. In the present paper, the patterns of distribution of myogen, myoalbumin and globulin X that constitute non-myosins will not be discussed.

With the curves in Fig. 2, the increment of solubility was found to occur in two steps. This might be due to that free myosin was dissolved between $I=0.05\sim0.15$ and actomyosin between $I=0.25\sim0.4$, though further study is needed for confirmation.

At any rate, the present study will present an information of the amount of 3 fractions, myosins, non-myosins, and stroma. In Table 2, the distribution pattern of

**Table 2.** Composition of muscle proteins of various animals

| Animal | Author | Non-myosins (sarcoplasmic) | Myosins (fibrillar) | Stroma |
|---|---|---|---|---|
| Squid | The present author | 12～20 | 77～85* | 2～3 |
| Rabbit (white muscle) | KITABAYASHI[10] | 82 | 9 | 5 |
| | WEBER *et al.*[1] | 44 | 39 | 17 |
| | SMITH[2] | 27 | 57 | 16 |
| | HASSELBACH *et al.*[12] | 28 | 55～57 | 15～17 |
| Chick (1 month) | ROBINSON[13] | 33 | 62 | 5 |
| Cod | DYER *et al.*[3] | 21 | 76 | 3 |
| Haddock | REAY *et al.*[14] | 18 | 79 | 3 |
| Torpedo | BAILEY[15] | 18～28 | 65～71 | 7～12 |

For further data see HAMOIR[16].

* The properties of myosins are distinct in many points from those of myosins of fishes and rabbit.

squid muscle proteins is compared with those of various animals. Since reliability of the present data is proved by Fig. 2, it will be allowed to put aside the result of KITABAYASHI[10].

Although it should be noted that properties of each protein component of squid are distinct in many points from those of fishes as reported by the present author[4)5)9)17)], and also that a different fractionation scheme might lead to differentiation of squid from fishes, squid appears to resemble fishes in the gross distribution pattern of muscle proteins; in both the animals, stroma is smaller in amount while myosins are greater as compared with the case of rabbit. With non-myosins, any significant difference is hardly found although rabbit might be superior to squid and fishes in amount of non-myosins.

**Summary**

1) The distribution pattern of squid muscle proteins was studied by the method of Dyer *et al.* as well as by a similar method which was modified in some points so as to fit the properties of squid muscle proteins.

2) Squid muscle proteins were found to consist of 12～20% of non-myosins, 77～85% of myosins and 2～3% of stroma. Subdivision of non-myosins into myogen, myoalbumin and globulin X did not give a uniform pattern from analysis to analysis. As far as the gross distribution pattern of muscle proteins is concerned, squid seems to resemble fishes, although properties of its myosins are distinct from those of fishes as shown in the previous reports.

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. Migita for his advice, to Prof. S. Mizushima for his encouragement, and to Miss M. Akiba and Miss E. Okuyama for their technical assistance, and to Dr. H. Hirano for reading over the manuscript.

**References**

1) Weber, H. H. and Meyer, K.: *Biochem. Z.*, **266**, 137～152 (1933).
2) Smith, E. C. Bate-: *Proc. Roy. Soc. (London)*, **B 124**, 136～150 (1937).
3) Dyer, W. J., French, H. V. and Snow, J. M.: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **7**, 585～593 (1950).
4) Matsumoto, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **24**, 127～134 (1958).
5) Migita, M., Matsumoto, J. J., Aoe, N. ana Saishu, T.: *Ibid.*, **24**, 51～58 (1958).
6) Migita, M. and Matsumoto J. J.: *Ibid.*, **22**, 561～568 (1957).
7) Matsumoto, J. J. and Kanamitsu, T.: *Ibid.*, **21**, 284～288 (1955).
8) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Ibid.*, **22**, 433～439 (1956).
9) Matsumoto, J. J.: *Ibid.*, **23**, 92～104 (1957)
10) Kitabayashi, K.: *Bull. Hokkaido Regional Fish. Res. Lab.*, No. 11, 102～104 (1954).
11) Hamoir, G.: "Biochemistry of Fish", Cambridge Univ. Press., (1951) pp. 8～27.
12) Hasselbach, W. and Schneider, G.: *Biochem. Z.*, **321**, 462～475 (1951).
13) Robinson, D. S.: *Biochem. J.*, **52**, 621～628 (1952).
14) Reay, G. A. and Kuchel, C. C.: *Rept. Food Inv.Bd. Gr. Brit.*, (1936) 93～95.
15) Bailey, K.: *Biochem. J.*, **33**, 255～263 (1939).
16) Hamoir, G.: Advances in Protein Chemistry, **10**, 227～288 (1955).
17) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 641～652 (1954).

# 魚肉中のアミンの生成について—Ⅶ.
## 解凍魚肉中のヒスタミンの生成に対する凍結の影響

太　田　冬　雄・金　子　弘　助
（鹿児島大学水産学部）

# On the Formation of Amine in Fish Muscle—VII.
## —Effect of Freezing on the Histamine Formation in the Thawed Fish Muscle—

Fuyuo OTA and Kosuke KANEKO

The histamine formation in the thawed fish muscle, which had been kept in the frozen state under various conditions, was examined. It was found that appearance of histamine was delayed and depressed in the thawed muscle, whereas no appreciable difference between the thawed and fresh muscles was observed in the course of deterioration judged by the increase of ammonia and mercuric chloride reaction. The depression effect of freezing varied according to the storage period or temperature, and little histamine was produced in the fish thawed after being frozen for long time or at a lower temperature (Figs. 1, 2 and 3).

As the inoculation of spoiled fish muscle (suspension) resulted in the accerelation of histamine formation in the thawed muscle to the level observed on the fresh muscle, the depression effect may be attributable to the destruction of histamine producing-bacteria by low temperature (Figs. 4 and 5).

一般に，冷凍魚の解凍後の保存性は生魚よりも低いと考えられがちである。それは，凍結によつて魚肉の性状が変化するため，微生物その他の侵入，作用を受け易いと考えられるからである。しかし，従来の結果によると必らずしもそうではなく，解凍魚の自己消化及び腐敗の速度は，凍結，解凍の条件が適当であれば生魚の場合と殆ど差のない事が報告されている[1)~3)]。一方，普通の腐敗細菌は勿論，魚類の腐敗に密接な関係をもつ海水細菌も寒冷細菌ではあるが[4)]，ある程度の低温に放置されるとかなりの量が死滅する事が報告されている[5)~6)]。

しかも，魚肉中のヒスタミンを生成する細菌は，普通の腐敗菌と異なる若干の海水に由来する細菌によるといわれる[7)]から，解凍魚の鮮度低下，腐敗によるヒスタミンの生成が，どの様な変化を示すかは，解凍魚の保存性を食品衛生上から考える上に，又，ヒスタミン生成菌の耐寒性を知るためにも重要な事であると思う。即ち，この様な観点からこの実験では，冷凍魚肉の解凍後放置中のヒスタミン及びアンモニアの生成状況と，これに対する冷凍条件の影響についてしらべた。

## 実　　　験

### 方　法

市内中央市場より求めた新鮮な鯖類（赤色肉質）の肉質部を採り細砕，この 50g ずつをビーカーに取りパラフィン紙で蓋をしたものを所要数を用意し，その中の1ケは対照区としてそのまま 20°C の恒温器中に放置し，肉質中のヒスタミン (Hm) 及びアンモニア (Am) 量の変化を測定，他は2ケづつを1区分として

1958 年 1 月 10 日受理
＊ 本報の要旨は，日本水産学会（東京，1955，4）にて発表した。

当学部内実習工場冷蔵庫の温度の異なる3室 (A. −5～−9°C; B. −10～−16°C; C. −16～−21°C) に貯蔵し，一定期間後取り出し，20°C の恒温器中に置き解凍，肉質温度が対照肉の放置試験開始直前の温度(室温と同一と看做した)に達した時を放置開始点として，そのまま放置し肉質中の Hm 及び Am 量の変化を測定，対照区の変化と対比した。尤も，凍結肉の場合，凍結状態のものは問題ないとしても，凍結されるまでと解凍後上述の放置開始点の温度に達するまでの間には，当然多少なりとも腐敗その他の変化の行われている事が考えられるから，対照区との比較条件としては少しく疑義があると思われるが，問題になる時間的範囲は，凍結前及び解凍後共に 14°C 以下で1時間以内であつたから，その影響は殆どないものとした。

又解凍肉に対する腐敗肉の接種試験は，解凍後の放置開始点において腐敗魚肉（解凍肉と同じ種類）の水懸濁液 (1: 10) の 1～2 白金耳を解凍肉面に塗布して行つた。なお Hm 及び Am の定量は共に比色法[8),9)]により，又一部の実験では $HgCl_2$ 反応[10)]の検出を行つた。

## 結　果

### 1. 凍結貯蔵期間の影響

サバ肉を用い，A, B, C の各室に 11 日から 76 日間凍結貯蔵した場合の結果を Fig. 1 に示した。図に見られる様に，Am の生成は対照区のものが多少速く，他は冷凍条件によつて腐敗期以後は，貯蔵温度が低く，且つ貯蔵期間の長い程緩漫な様に見える。しかしこれらの差はそれ程大きいものとは認め難い。又この間の $HgCl_2$ 反応による初期腐敗期は凍結区の方が対照よりも多少おくれて観察された。しかるに，Hm の変化は各区分で著しく相異し，凍結したものはいずれも対照より生成の開始がおくれ，且つ生成量も少なく更に凍結貯蔵期間が長くなるにつれて生成が少なくなり，76 日貯蔵のものではいずれの温度に貯蔵したものも，Hm は殆ど全く生成されなかつた。

これらの傾向はマイワシについての結果 (Fig. 2) からも明らかで，Hm については全く同様の事がいわ

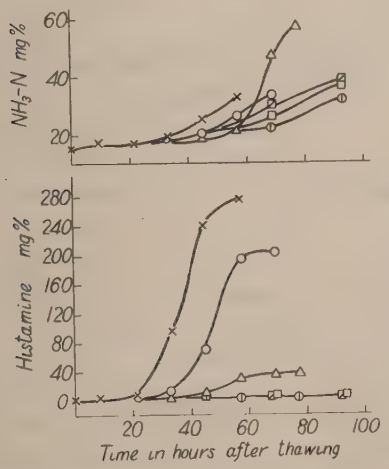



**Fig. 1.** Formation of histamine and ammonia in the thawed mackerel muscle, which has been kept in frozen state under various conditions.
×, unfrozen (control); ○, forzen and kept at −16～−21°C for 11 days; △, at −10～−16°C for 25 days; □, at −16～−21°C for 76 days; ①, at −10～−16°C for 76 days; ▨, at −5～−9°C for 76 days.

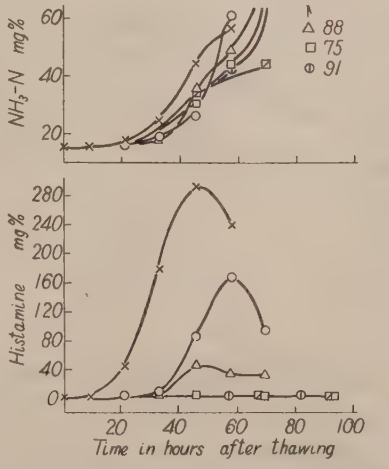



**Fig. 2.** Formation of histamine and ammonia in the thawed sardine muscle, which has been kept in frozen state under various conditions.
×, unfrozen (control); ○, frozen and kept at −16～−21°C for 11 days; △, at −10～−16°C for 25 days; □, −16～−21°C for 76 days; ①, at −10～−16°C for 76 days; ▨, −5～−9°C for 76 days.

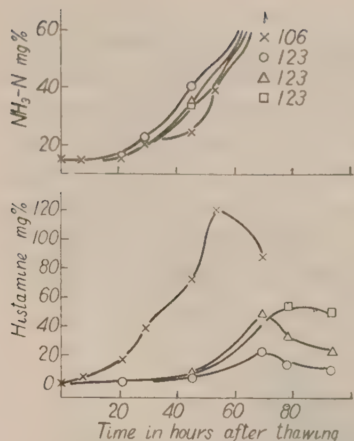



**Fig. 3.** Formation of histamine and ammonia in the thawed muscle of round herring, which has been kept in forzen state at different temperatures for 42 days.

×, unfrozen (control); ○, frozen and kept at −16 ～ −21°C; △, at −10～ −16°C; □, at −5 ～ −9°C.

れ，Am の変化は前の場合よりも幾分少ないがほぼ同様で，$HgCl_2$ 反応と共にいずれも殆ど同様の変化を示した。即ち凍結処理が明らかに Hm の生成に対し抑制作用を示している。

**2. 凍結貯蔵温度の影響**

前項の結果では，貯蔵温度の影響が明らかでないので，ウルメイワシを用い各室に 42 日間凍結貯蔵しこの点をしらべた。その結果が Fig. 3 で，Am の生成は，むしろ対照が凍結区よりも幾分少なく見えるのに対し，Hm のそれは前項の結果と同様凍結区のものがいずれも少なく，しかも貯蔵温度の低い程少なかつた。これらの傾向は，サバについての同様の試験結果からも明らかであつた（図省略）。 $HgCl_2$ 反応による凍結区の初期腐敗は，イワシの場合対照より多少早められ，サバでは多少おくれて観察された。

以上の結果から，凍結処理は解凍肉放置中の Am の生成に対しては殆ど影響はないが，Hm の生成に対しては阻害的影響を与えている事が確実である。ここで，実験方法の項で述べた対照区との比較条件の疑義を考慮に入れるならば， 上述の推論は更に強められる。何故なら，解凍肉放置中の変化には凍結前及び解凍後の若干時間に於ける変化が，たとえ僅少ではあつても附加されている筈であり，従つてそれを考慮すれば解凍肉の Hm 生成量は更に少い事になるからである。

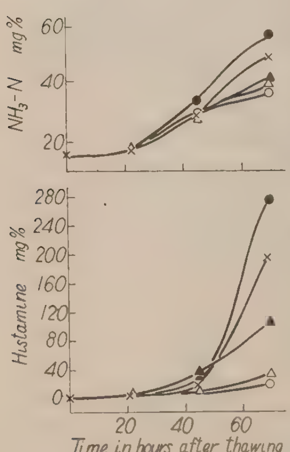



**Fig. 4.** Accerelation of histamine formation by the inoculation of spoiled fish muscle to the thawed mackerel muscle.

×, unfrozen; ○, frozen and kept at −16～−21°C for 50 days; ●, at −16 ～ −21°C for 50 days (inoculated) ; △, at −10 ～ −16°C for 50 days; ▲, at −10 ～ −16°C for 50 days (inoculated).

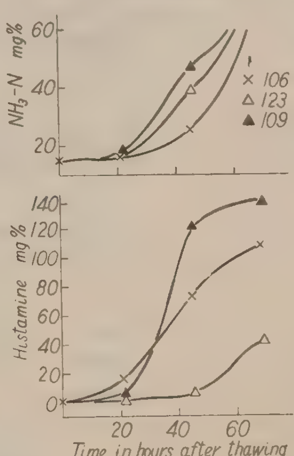



**Fig. 5.** Accerelation of histamine formation by the inoculation of spoiled fish muscle to the thawed muscle of round herring.

×, unfrozen; △, frozen and kept at −10 ～ −16°C for 34 days; ▲, at −10～−16°C for 34 days (inoculated).

**3. 解凍肉に腐敗肉を接種した場合の変化**

解凍魚肉放置中の Hm 生成量の減少が，凍結によつて魚肉自身が変化したためなのか，或いは凍結が Hm を生成する細菌に何らかの影響を与えたためなのかを見るために，解凍肉に腐敗肉の懸濁液を接種してその後の放置中の変化をしらべた。即ち，B, C 室に 50 日間凍結貯蔵したサバ肉について行つた結果 (Fig. 4) によると，Am はいずれもあまり差はないが，Hm は接種しない解凍肉では殆ど生成されないのに，接種したものは対照肉（未凍肉）に近い又はそれ以上の生成量を示した。これらの傾向は B 室に 34 日間凍結貯蔵したウルメイワシ肉についての結果 (Fig. 5) によると更に明瞭で，接種した解凍肉における Hm の生成は，接種しないものよりも遥かに多く，対照の未凍肉の それ よ りも多かつた。従つ

て，魚肉中の Hm の生成に対し凍結処理が阻害的なのは，凍結が魚肉自身を変化させたためではなく，生成菌を死滅させたためである事が推論される。なお上述の各試験における $HgCl_2$ 反応はいずれの区分も殆ど同様に変化した。

## 考　　察

一般に解凍魚は生魚に比しいくつかの欠点（例えば，蛋白質の変性，ドリップの流出等）をもつているが，この実験の細砕肉についての結果を魚体そのままの場合に適用することが許されるならば（少くも腐敗に関する従来の結果[11]からみると同じ傾向を示すものと思われる），Am 量，$HgCl_2$ 反応の変化から見た保存性は，生魚と殆ど差がないものと考えられる。更に Hm 生成の点からすると，むしろ生魚に優る利点をもつている事になる。聞く所によると解凍魚による中毒例（主として Hm に基く）は見られなかつた[12]という事である。

所でこの Hm 生成の抑制が如何なる作用によつたかについては，凍結によつて魚肉自身が変化したからという事も考えられるが，この考え方は，解凍後放置中の Am 及び $HgCl_2$ 反応の変化が対照肉のそれと殆ど差がない事や，更に実験3の接種試験の結果から妥当でない事が明らかである。とすると，魚肉に元々附着していた Hm 生成菌が死滅したと考えるしかなく，この事は魚肉中の Hm の生成が普通の腐敗菌によるものでなく若干の海水性細菌によるという木俣等[7]の結果によつて強められる。今の所，Hm 生成菌の耐寒性についての報告は見当らないが，一般の海水細菌が通常の冷蔵庫温度で死滅するという事実[5)~6)]，からすれば当然考えられる事である（筆者らが予備的に行つた試験でもこの事を裏付ける結果を得ている）。

## 要　　約

1. 解凍魚肉放置中のアンモニア量及び $HgCl_2$ 反応の変化は，未凍魚の変化と殆ど同様である。

2. しかし，ヒスタミンの変化は著しく相異しその生成開始は未凍魚のそれよりも大部おくれ，生成量も少なかつた。且つこれらの差異は凍結貯蔵の期間が長く，且つ温度が低くなるに従つて大きくなつた。

3. 解凍魚肉に腐敗魚肉を接種して放置した場合には，未凍魚の場合と同様のヒスタミン量の変化を示した。

これらの事から生魚肉に附着していたヒスタミン生成菌が凍結によつて死滅した事が考えられる。又解凍魚の鮮度低下，腐敗によるヒスタミンに基く食品衛生上の危険性は一般に少ないものと考えられる。

## 文　　献

1) E. H. CALLOW: Biochem. J., **19**, 1 (1925).
2) 大谷武夫: 水産学会報，**5**, 1928.
3) 加藤舜郎: "水産冷凍食品学" (1950), p. 384.
4) R.H. BEDFURD: Contr. Can. Biol and Fish. N. S., **7**, 433~438 (1933).
5) E. HESS: J. Biol. Bd. Can., **1**, 95~108 (1934).
6) J. S. KISER: Food Res., **7**, 255~259 (1942).
7) M. KIMATA and M. TANAKA: Mem. Res. Inst. Food. Sci. Kyoto Univ., No. 8, 7~16 (1954).
8) 太田冬雄: 本誌，
9) ――――: 　　，**17**, 309~312 (1951).
10) 天野慶之: 東海区水研報告，**1** (1950).
11) 清水　亘・日引重幸: 本誌，**20**, 388~391 (1954).
12) 天野慶之: 日本水産学会（東京，1955，4）にて発言.

# 軟体動物成分に関するポーラログラフ的研究-II.

福島 清*・菊池武昭・小坂部勇・岡田郁之助
(東京水産大学化学教室)

# Polarographic Studies on the Molluscan meat—II.

Kiyoshi Fukushima, Takeaki Kikuchi, Isami Osakabe
and Ikunosuke Okada

In the former paper[1], the authors found a new polarographic reduction wave which is peculiar to the muscles of mollusca and crustacea, and made a few experiments to clarify the characteristics of it.

In this paper we tried to separate the substance producing this characteristic wave from water extractives of cuttle fish meat by ion-exchange resins. The experimental separations were carried out in two ways, the one aiming at the organic acids and the other the organic bases and amino acids. The procedure of separation and the polarogram for the fractions are illustrated in Figs. 1~4.

From the present experiments the substance that showed the reduction wave characteristic to cuttle fish meat is recognized to be an organic base.

## 緒 言

著者等は前に[1] 魚類筋肉中には見られぬような特異なポーラログラフ還元波を軟体動物，甲殻類等の下等動物筋肉中に見出したので，この物質が軟体動物，甲殻類等の下等動物に特有の成分に因るものであるかも知れぬと考え，この物質を分離してその性質を調べる事とした。前報に於ては軟体動物，甲殻類の水抽出液について，そのポーラログラフ的性質を知る事に中心を置いたが，本報に於てはイカ肉水抽出液からイオン交換樹脂を用いて将来概当物質を単離するための参考にしたいと考えて，問題のポーラログラフ還元波生成物質の追求を行つた。

前報ではペーパークロマトグラフによる結果及びポーラログラフ的性質から該当物質が有機酸ではあるまいと一応考えて見たが，不審の点もあつたので今回は有機酸の分離に中心を置いた予備的実験を試み，その結果に基いて，更にイカ肉水抽出液を糖類，有機塩基，アミノ酸ペプチド等の区分に分離し，該当物質を追求した。

## 実 験 の 部

イカ肉水抽出液を試料に用い次の2例の分離方法を適用した。即ち，(1) 有機酸の分離を主目的とする場合，(2) 糖類，アミノ酸ペプチド，有機塩基の分離を目的とする場合。

### I. 有機酸の分離を主とする場合[2]

イオン交換樹脂にはアンバーライト IRA-400 及び IR-120 を用い，分離した各区をポーラログラフ法によつて検し，イカ水抽出液中に還元波を示す物質を調べた。分離の順序及び方法は Fig. 1. に示した。カラムは径 1.1cm. 長さ 30cm のガラス管にそれぞれの樹脂を 15cm 宛充塡した。IR-120 は Na 型，IRA-400 は Cl 型であるのでそれぞれを H 型及び OH 型に活性化した。

前者には 10% NaCl 270cc 及び 10% HCl 165cc，後者には 10% NaCl 140cc 及び 10% NaOH 150cc を用いた。

1958 年 2 月 14 日受理

* 現在，味の素 K.K. 食品研究室.

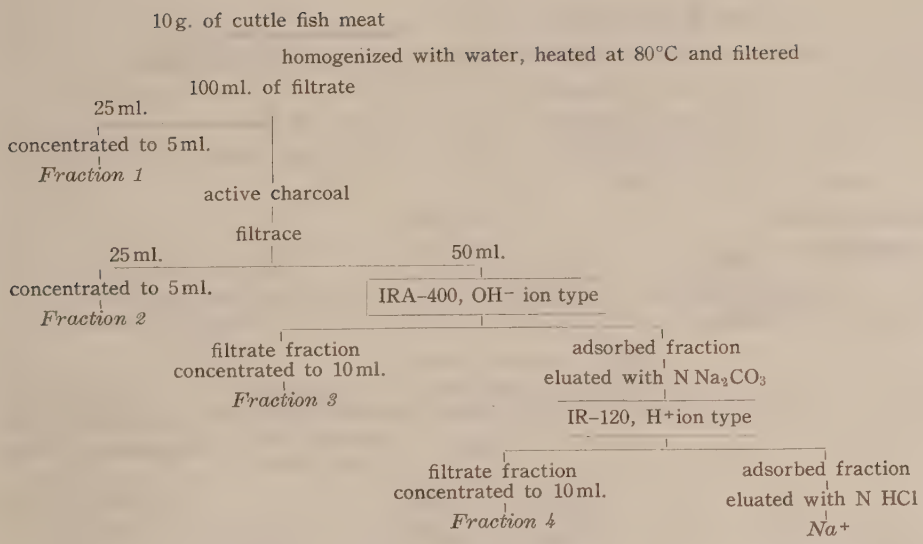



**Fig. 1.** The schema along which water extractives of cuttle fish meat were fractionated by ion-exchange resines (I).

Fig. 1 のような方法で分離し，各区について求めたポーラログラムを Fig. 2 に示す。

Fraction 2, 3 にはイカ水抽出液に現われるものと同一の還元波を認め，Fraction 4 には何等の還元波も認められなかつた。活性炭を通過させた場合 (fraction 2) は波高が減少し，(fraction 1 と比較) 還元波生成物質が活性炭に幾分吸着される事が判つた。

Fraction 4 (有機酸区分) に還元を認めないことから，われわれの目的とする物質は有機酸によるものではない事が明らかになつた。この事は前のペーパークロマトグラフの結果とも一致するので確かであるといえる。

Fraction 3 (アミノ酸，糖区分)に還元波を生ずる事から目的物質がこの区分に含まれる事が推定された。

II. アミノ酸ペプチド及び有機塩基の分離を主とする場合。

前の結果から，イカ肉水抽出液中に還元波として現れる物質は有機酸ではなくアミノ酸，糖区分に含まれる事が判つたので，ここでは IRA-400, IR-120 及び IR-4B 等のイオン交換樹脂を用いて糖類，有機酸，有

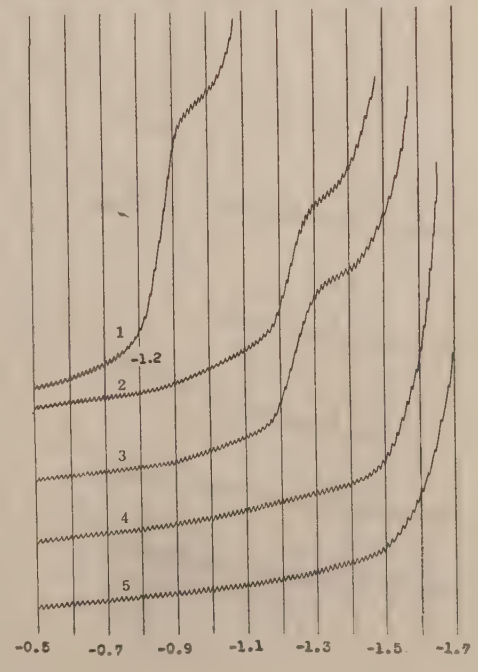



**Fig. 2.** Polarogarms of the fractions shown in Fig. 1. 1, filtrate of water extractives of cuttle fiish meat (fraction 1); 2, filtrate from the active charcoal treatment (fraction 2); 3, filtrate from IRA-400 resin (fraction 3); 4, adsorbed fraction on IRA-400 resin (fraction 4); 5, Mc Ilvaine buffer solution used as the polarographic supporting electrlyte.

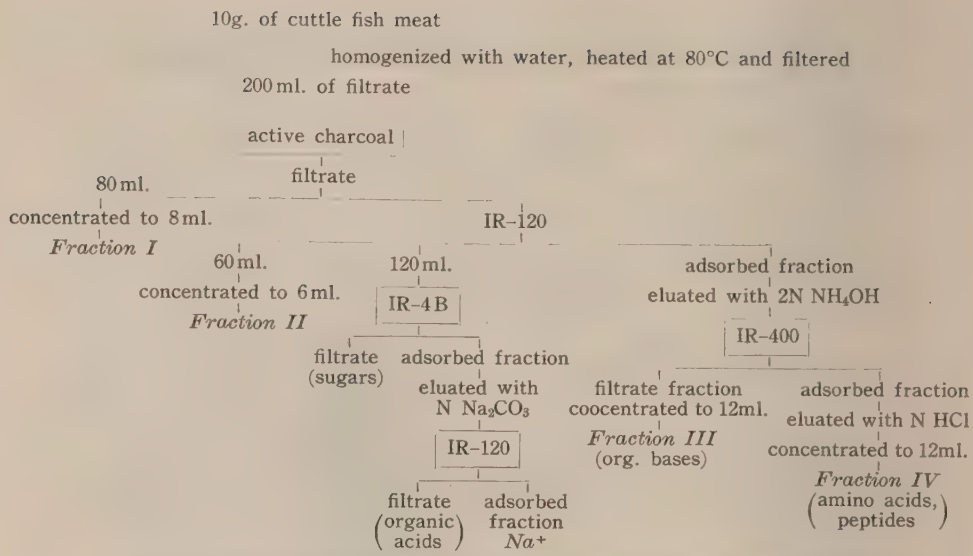



**Fig. 3.** The schema along which water extaactives of cuttle fish meat were fractionated by ion-exchange resins (II).

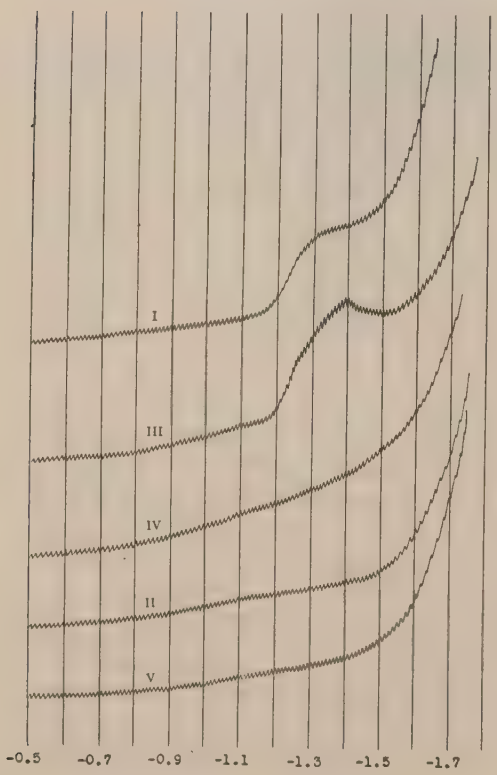



**Fig. 4.** Polarograms of the fractions shown in Fig. 3. I, fraction I; II, fraction II; III, fraction III; IV, fraction IV; V, Mc Ilvaine buffer solution used as the polarographic supporting electrolyte.

機塩基，アミノ酸ペプチド区分に分離して各区のポーラログラムを求め，概当物質の追求を行つた。アミノ酸及び塩基区分の分離[3]には，活性炭，IR-120 及び IRA-400 で充分であるが有機酸及び糖区分分離の為 IR-4B を使用した。カラムは (I) の実験と同様であり，IR-120, IRA-400 の再生法も同じである。IR-4B は 5% NaOH 120cc 及び 5% $NH_4OH$ 110cc によつて活性化した。

イカ肉水抽液を試料として，分離した順序と方法は Fig. 3 に示した。

Fig. 3 のような方法で分離した各部(fraction I～IV) について求めたポーラログラムは Fig. 4 の如くである。

Fraction II (糖及び有機酸区分) 及び fraction IV (アミノ酸ペプチド区分) には還元波が得られず，fraction III (有機塩基区分) に明瞭な還元波を認めた。これらの事からイカ肉水抽出液中で還元波を示す物質は，糖類，有機酸，アミノ酸，ペプチド等に属するものでなく，有機塩基に属する事が明らかとなつた。

以上のようにわれわれの目的とする物質の属するという範囲を有機塩基に狭めたといつても，その数は少くなく一つ一つ検討するのは容易でない。しかしポーラログラフ的に活性か否かによつて判別し得るので有利な点もある。即ちポーラログラフ的に活性であると思われる物質はプリン，ピリミジン核を有する物質であるので，これらについて検討を行う予定である。同時に有機塩基区分を更にペーパークロマトグラフィーによつて分離し，その性質を知る事も有効であると考えるので次報にそれらの結果を述べたいと思う。

## 摘　　要

1) 前報に於て得られたイカ肉水抽出液中で還元波を与える物質をイオン交換樹脂により分離追求した。
2) このポーラログラフ波を示す物質は活性炭に一部，吸着されるようである。
3) この物質は糖類，有機酸，アミノ酸，ペプチド等に属するものではなく，有機塩基に属する事が判つた。

終りに本研究を行うに当り御懇篤な御指導を賜つた京都大学教授館勇博士に深甚の謝意を表する。本研究の一部は文部省科学研究費によつた。附記して謝意を表する。

## 文　　献

1) 福島・菊池・小坂部・岡田：日水誌 **23**, 331～334 (1957).
FUKUSHIMA, KIKUCHI, OSAKABE, & OKADA: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **23**, 331～334 (1957).
2) 例えば 佐竹一夫：クロマトグラフィー，共立出版社，p. 34, 54 (1956).
3) 例えば 佐竹一夫：クロマトグラフィー，共立出版社，p. 56, 106 (1956).

# 魚肉ソーセージの軟化現象について—I.

## 軟化部分の特徴とその顕微鏡観察

内山 均・田中武夫
(東海区水産研究所)

# The Softening Deterioration of Fish Sausage—I. Some Chemical and Microscopical Aspects

Hitoshi Uchiyama and Takeo Tanaka
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

Recently, fish sausage has risen to be one of the important marine products in our country. This article is manufactured essentially from the meat of fish such as black marlin or from the mixture of this and yellowfin tuna. In addition to the fish meat, small amount of potato starch and the fat of porks are added as sub-materials. After being minced the fish meat is ground into a paste along with these sub-materials and various spices. The meat paste, after being colored with a synthetic red pigment, is packed into a casing of chlorinated rubber or vinyliden chloride by an air stuffer and then sealed up with cotton or hemp thread. Finally it is cooked in a hot water bath at 80~90°C. for about 50 minutes.

Fish sausage manufactured in such a way belongs to the articles referred to as semi-preservative food. Although the product is generally expected of its preservability covering a month or so, sometimes are found degraded articles showing various types of spoilage among the commercial fish sausages especially in a summer season (see Table 1).

The softening is a peculiar type of spoilage of fish sausage and given rise to sporadically in the inside of the product as seen in Fig. 1. This spoilage is different in some respects from the common spoilage familiar among fish meat or other fish jelly products.

The results of experiment will be summarized as follows;

1) The softening spoilage is not observed in freshly prepared fish sausage. Presumably, the spoilage has no relation to the deteriorated meat like the jelly meat and the honey comb which are occasionally met with in canned products.

2) The quantity of ether soluble fatty acid, as shown in Table 2, increases in the softened portion more markedly than in the non-softened portion; and the pH value seems to affect the quantity of such fatty acid. But no difference in volatile basic nitrogen is found between the softened portion and the non-softened.

3) When *Cl. sporogenes* or *Cl. welchii* is allowed to act on the sterilized fish sausage meat paste, the softening is also produced always in accordance with gas formation, sometimes being attended by a vile smelling. The softening deterioration mentioned above, however, never produces either gas or vile smelling at all. Furthermore, no relation is found to hold between the softening deterioration and the presence of spore-forming anaerobes as seen in Table 1.

4) From the results of microscopic observation on the softened portion, it may be pointed out that starch granules in the softened portion has been substantially disintegrated as seen in Figs. 4 and 5, while those in the un-softened portions are not so (Figs. 2 and 3). From these facts, the softening of the sausage seems to be effected through the disintegration of the starch granules.

1958 年 1 月 21 日受理
東海区水産研究所業績 B-279

5) There are considerable resenblances between the softening deterioration of fish sausage and the flat sour spoilage of canned foods in some points of view.

肉ソーセージの生産が，急に増大したという原因の一つには，このものが，これまでの水産煉製品に比て貯蔵性があるということであろう。たしかに，魚肉ソーセージの貯蔵性は，特筆すべきものに思われ，実際市販の製品をみると，未だ改良しなくてはならない問題を多く含んでいるように思われる。その軟化現象がある。

造された魚肉ソーセージを，30°C 前後の温度に放置しておくと，内部が部分的に軟化して来ることが。或る場合には，全面的に軟化現象が認められることもある。特別の臭気もなく，膨脹もなく，したが，一見変敗しているかどうか，わかりにくいにも拘わらず，後述するように，市販製品の変敗のうちで が占める割合は，決して少いとはいえない。

者等は，斯く軟化した製品の特徴，その一般分析，及び軟化部分の顕微鏡的状態などについて，二三の を行つたので，その結果を報告したいと思う。

## 実 験 方 法

### 試　　料

魚肉ソーセージは，東京の工場から市販されているものを選んだ。其の製法は次のようである。黒皮カジ を主原料とし，約 10% の馬鈴薯澱粉，及び食塩，香辛料，豚脂を加え，全く市販品と同じ配合組成の摺 り塩酸ゴムに肉詰して，85°C, 45 分間の加熱を行う。加熱の終了後，製品は直ちに逆性石鹸の 1000 倍 液に投入して冷却させる。その目的は，ソーセージの結び目から，二次的に細菌*が侵入し汚染すること を防ぐためである。この様な試料を 30°C に貯蔵し，軟化の発生が著しくなつた時に，軟化部分と非軟化部 とに分けて分析に供した。なお，30°C に貯蔵中も，結び目の両端を逆性石鹸の溶液に浸して，二次汚染 の危険を防いでおいた。

### 揮発性塩基窒素

試料 5g に 5% の三塩化醋酸 20cc を加えてすりつぶし沪過する。沪液を試料として，CONWAY unit を用い常法にしたがつて測定した。非蛋白態窒素は，上述の三塩化醋酸の沪液を用い micro KJELDAHL 法により測定した。

### Ether 可溶性揮発性酸及び不揮発性酸の測定

試料 10g に脱水芒硝を倍量加えて，よくすりつぶし 50cc の ether を加えて 30 分間振盪器にかけた。ether 区分を分別してから，試料残渣に 50cc の ether を再び加えて振盪する。この操作を 3 回くりかえし，最後に ether 抽出区分を分液沪斗に集め，蒸溜水を加えて振盪し脂肪酸を水に移行せしめた。この操作を 3 回くりかえし，最後に ether 層より分別した水区分を 100cc に定量とした。この一定量を phenol red を指示薬として，0.01N NaOH で滴定し，この値から総酸量を算定した。別に一定量を蒸発皿にとり，湯上で蒸発乾固してから，これに蒸溜水を加えて，上述の方法によつて滴定し，この値を不揮発性の酸量とした。総酸量から不揮発性の酸量を差引いて，揮発酸量とした。不揮発酸は乳酸として，揮発酸は醋酸として計算した。

### 嫌気性芽胞形成細菌の検出

偏性嫌気性芽胞形成細菌の検出には，resazurin 添加，thioglycol 酸乾燥培地 (T. G. C. 培地) を用い た。すなわち，本培地 30g を 1*l* の蒸溜水に溶解し，2% になるように寒天を加える。そして pH を修正 し 15lbs. 15 分間殺菌した。本培地を高層とし，*Cl. sporogenes*，あるいは *Cl. welchii* の如き偏性嫌気

* 結び目から二次的に細菌の侵入をうけて魚肉ソーセージが膨脹することを著者らは既に指摘した。缶詰の巻締不良，あるいは leaker spoilage と同じような原因によるものといえよう。(魚肉ソーセージ講習会要録，Vol. I (1956); Vol. III (1957)).

性細菌を接種すると，resazurin の下部に亀裂を生じるので，このような嫌気性芽胞形成菌の有無を検るのに便利である。なお，魚肉ソーセージ中の嫌気性芽胞形成菌は，一定量の試料を，生理的食塩水中え，80°C, 45 分間の加熱後，この浮遊液 1cc を上述の培地に加え，よく混合してから冷却し，37°C 日間培養して検討した。また，嫌気性芽胞形成菌が，魚肉ソーセージの腐敗にどのような特徴を与える観察するために，間歇殺菌したソーセージの摺身に *Cl. sporogenes*, *Cl. welchii* を接種し，内部の空水素で置換させた jar の中で，嫌気的に培養して検討した。

**5. 顕微鏡標本の作製及び写真撮影**

先ず予備試験的に，軟化部分を固定せずに直接 gelatin で包埋し，凍結ミクロトームで切片を作り，検顕微鏡で観察した結果では，混合澱粉粒子に多少の変形が認められた。そこで，更によく澱粉粒子を存するために，つぎの方法をとつた。すなわち，軟化部分を中心に (0.5cm)³ 大の試料をとり CARNOY で固定 (20°C, 約 2 時間) 後，軽く無水 alcohol で洗い，gelatin で包埋し，そのものを凍結ミクロトームで切断し，得られた切片 (厚さ 7～10μ) を LANGHANS の沃度反応法[1]の変法で染色した後封入して検鏡した。ここでいう変法とは，切片を LUGOL 液に 4～5 分間つけた後，純 alcohol 4: 10% iodine tinctur の混合液に (脱水が目的ではなくて色あげをよくするために) 瞬時つけてから水洗し，glycerol で封入という簡単な方法である。なお，本法で染色してから，いわゆる alcohol 及び xylol 系列の脱水一透明理を行つたり，あるいは染色後，封入剤として APÁTHY の gum syrup, または oliganum 油を用いる方を採つてみたが，いずれも沃度で褐色に染まつた澱粉粒子が短時間のうちに脱色してしまい具合が悪かた。また BEST の carmin (Grübler 会社製) による染色も澱粉粒子の染別が悪く不適当であつた。しかし上記の簡便法によれば，澱粉粒子の染分けは明瞭に行き，更に，その色は室温で 3～4 日程度，0°C の冷室では 2 カ月以上も脱色することなく，極めて好都合であつた。

非軟化部分からも，全く同様な方法で標本を作り，軟化部分と比較してみた。なお，澱粉以外の二成即ち“肉のり”(蛋白) と豚脂からなる部分についてもその態，分布及び変質状態 (染色性) などを概観するために，及び非軟化部分の凍結切片を eosin 染色あるいは sudan-III 色して比較した。

**Fig. 1.** The inside view of a fish sausage sample subjected to the softening deterioration during maintained for a month at 30～34°C.

標本の顕微鏡撮影では特筆すべきことはないが，フイルム Agfacolor negative を用いた。したがつて，沃度澱粉反応 eosin 染色，或いは -sudan-III 染色などが鮮明に色分けし観察できたが，経費の都合で，ここでは単色写真のみを掲載る。しかし，それを補足する意味での模式図を加えて説明した い。

## 実 験 結 果

**1. 軟化現象の特徴**

Fig. 1 は軟化魚肉ソーセージを縦に両断して，軟化部分を したものである。当試料は 30°C に約 30 日間貯蔵したものであるが，軟化が部分的に発生していることがよくわかる，典的な軟化試料といつてもよい。特別の臭気もなく，ガス膨脹ない。更に，軟化部分は非軟化部分と比較して変色もしていい。この程度の軟化であると切り開かない限り外観だけで判断不可能である。ただ軟化現象は，必ずしも部分的に発生するとは限らず，少数例ではあるが，全体に亘つて一様に軟化していることもある。

ところで，製造直後の魚肉ソーセージには，軟化しているものはない。実際，市販のソーセージを業者別に，37例ほど検査してみたが，その範囲では一例も軟化製品は見当らなかつた。したがつて，軟化は，原料魚肉の Jelly meat とか honey comb のような変質肉に起因しているとは思われない。しかし，これを30°C 前後に貯蔵しておくと，早いもので5日程度で直径 2mm ほどの軟化部分が形成される。これが次第に増大して日時の経過とともに Fig. 1 に示すような様相を呈するようになる。軟化部分は非常に軟く，マッチ棒の如きもので，容易にえぐりとることができる。

**2. 変敗魚肉ソーセージ中に占める軟化製品の割合と偏性嫌気性芽胞形成菌との関係**

軟化製品は，その検出が外観からは容易でないとしても，実際の変敗製品中に占める割合は，決して少なくないようである。

1957年7月から9月にかけて，各地から変敗ソーセージを送つてもらい，これを軟化の有無，揮発性塩基窒素量及び嫌気性芽胞形成菌の有無などの項目に分けて検査してみた結果，Table 1 に示すような値が得られた。

**Table 1.** Spoilage types of commercial fish sausage.

| No. | District of production | Organoleptic observation | vile smelling | pH | Volatile basic nitrogen *mg.* | Spore forming anaerobs detected |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Tokyo | Softening | − | 5.05 | 19.2 | − |
| 2 | Shikoku | Souring | − | 6.19 | 25.0 | − |
| 3 | Tokyo | Softening | − | 5.50 | 45.2 | − |
| 4 | Aichi | Souring | − | 5.21 | 35.1 | − |
| 5 | Aichi | Souring | − | 6.09 | 35.4 | − |
| 6 | Shizuoka | Crumbling | ++ | 5.40 | 90.1 | ++ |
| 7 | Shizuoka | Souring | − | 6.02 | 33.9 | − |
| 8 | Shizuoka | Crumbling | ++ | 5.55 | 85.7 | ++ |
| 9 | Hokkaido | Discolouration | − | 6.42 | 14.1 | − |
| 10 | Tokyo | Souring | − | 5.50 | 50.8 | − |
| 11 | Tokyo | Softening | − | 5.25 | 27.2 | − |
| 12 | Kagoshima | Souring | − | 5.27 | 83.6 | − |
| 13 | Kagoshima | Souring | − | 6.10 | 19.6 | − |
| 14 | Hokkaido | Discolouration | − | 5.22 | 24.0 | − |
| 15 | Hokkaido | Souring | − | 5.09 | 32.0 | − |
| 16 | Tokyo | Softening | − | 5.30 | 87.2 | − |
| 17 | Kanagawa | Softening | − | 5.77 | 44.8 | − |
| 18 | Kanagawa | Softening | − | 5.65 | 37.6 | − |
| 19 | *Cl. sporogenes** | / | ++ | 6.70 | 88.4 | ++ |
| 20 | *Cl. welchii** | / | ++ | 6.14 | 20.4 | ++ |

* Cultivation of the bacteria was carried out in sterilized fish sausage meat paste anaerobically in a jar filled with hydrogen gas.

直送された変敗製品は 18 社のものであるが，このうち軟化を伴う変敗は6例見られる。そして，嫌気性芽胞形成菌の検出されぬものでも，酸敗による変質が非常に多い。後述するように，軟化も酸の形成と共に発生することから考えれば，酸敗製品が変敗魚肉ソーセージ中に占める割合は，極めて多いといえよう。

井野氏[2]は，魚肉ソーセージの変敗と偏性嫌気性芽胞形成菌との関係を重要視し，*Cl. sporogenes*, *Cl. welchii*, *Cl. butyricum* 等の細菌によつて，ソーセージが汚染された場合は，ガス膨脹をおこし肉質がポ

ロボロとたり崩壊すると報告している。著者等の場合にも Table 1 に示したように，嫌気性芽胞形成菌が検出されたものでは，井野氏の指摘した現象が見られた。(No. 6, 8)

しかし Table 1 に見られるように，軟化の発生と嫌気性芽胞形成菌との間には一致した関係がない。したがつて，ここでいう軟化は，嫌気性芽胞形成菌に起因するものとは，本質的にその性質を異にするものと思う。

### 3. 軟化部分の一般分析

Table 1 で見られるように，軟化製品は酸敗製品と同様に pH が低い。製造直後の魚肉ソーセージの pH は大部分が 6.20～6.30 の範囲にあるが，軟化部分の pH は 5.02～5.77 の範囲にある。そして同一試料の軟化部分と非軟化部分では，前者の pH が低くなるという傾向がある。これと同時に，軟化及び非軟化部分の ether 可溶性の脂肪酸量には，かなりの相違が見られる。すなわち，軟化部分の揮発性酸は，Table 2 に示す様に酢酸として 115.5mg % であるが，非軟化部分のそれは 57mg % である。また，乳酸として換算した不揮発性酸量も，軟化部分では非軟化部分に比較して，かなり増大していることがわかる。しかし，揮発性塩基窒素，非蛋白態窒素の形成量には，殆んど両者の間に相違が見られない。

**Table 2.** Analysis of fish sausage having undergone softening deterioration.

| Portion analysed | pH | Volatile basic nitrogen (*mg. %*) | Non protein nitrogen (*mg. %*) | Ether soluble fatty acid | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | volatile* (*mg. %*) | non volatile** (*mg. %*) |
| Softened | 5.48 | 9.7 | 399 | 115.5 | 603 |
| Un-softened | 5.66 | 13.7 | 413 | 57.0 | 504 |

* As acetic acid
** As lactic acid

### 4. 軟化及び非軟化部分の顕微鏡観察

煉製品の内部に存在している澱粉は，粒子のまま糊化し埋没していることが知られているが，魚肉ソーセージ内の澱粉も Fig. 2 (非軟化部分を約 60 倍に拡大した写真) にみるように micrometer で測ると 20×20～40$\mu$ 程度の粒子として“肉のり”の中に分散し，埋没していることがわかる。その粒子の数は甚だ多く，視野内 4 分の 1 近くを澱粉粒子が占めている。そして，沃度反応により染色されている部分と楕円形をした澱粉粒子内部の殆んど全部を占めていることが認められる。このことは Fig. 2 を拡大（倍率，約 300）した Fig. 3 及び模式的に画いた Fig. 6 (I) において更によく了解されるであろう。

これに対して軟化部分では，Fig. 4 に示す様に，視野内の澱粉粒子の数は非軟化部分と変りないが，沃度で染まる部分が粒子内中央部の 10×10～20$\mu$ 程の部分に限られ，粒全体からみた時には，それは恰も細胞の原形質分離のような形を示している(この点は Fig. 5 において更に明瞭である)。このことは，澱粉粒子がその周辺から徐々に侵され，粒中央部を除いては，沃度反応陰性の低分子物質にまで分解されてしまつたことを意味するものであろう。このような粒子の侵され方は，Fig. 4 及び 6(II) に示すように，軟化の中心程著しく，そして中心から遠ざかつて周辺の非軟化部分に近づく程少なくなり，そして遂には粒子全体が殆んど沃度で染まるような全く侵されていない非軟化部分になる。

つぎに eosin 並びに sudan-III の染色結果では，軟化部分の“肉のり”部分及び脂肪部分の形態，分布，そして染色性などの点において，非軟化部分と殆んど変らず，両者の間に差異を認めることは出来なかつた。添加した豚脂が，予想以上に 20×30～50$\mu$ 程度の小ブロックで分散し肉質間に埋没していることは興味深い (Fig. 6 参照)。

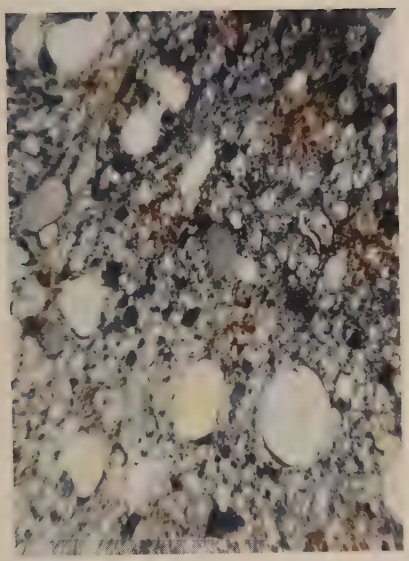


**Fig. 2.** Potato starch granules in the un-softened portion.
Magnification × ca. 60.

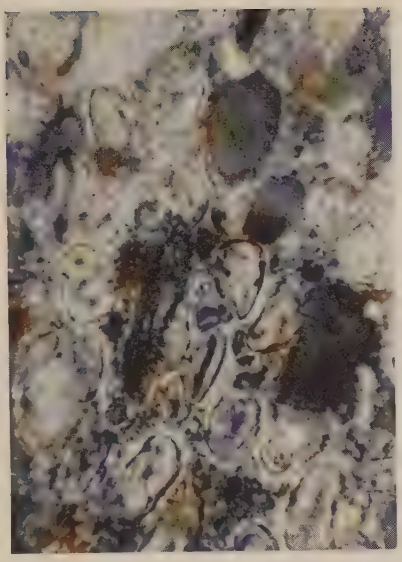


**Fig. 3.** Potato starch granules in the un-softened portion.
Magnification × ca. 300.

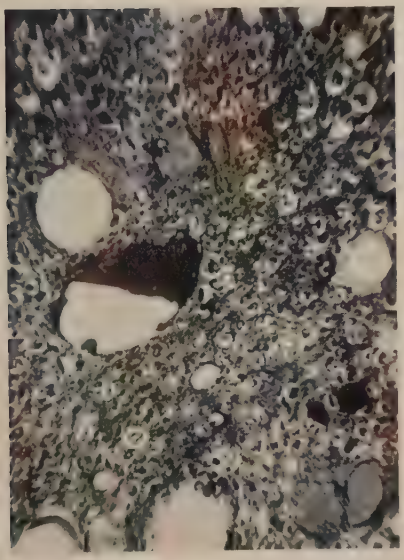


**Fig. 4.** Potato starch granules in the portion of softened deterioration.
Magnification × ca. 60.

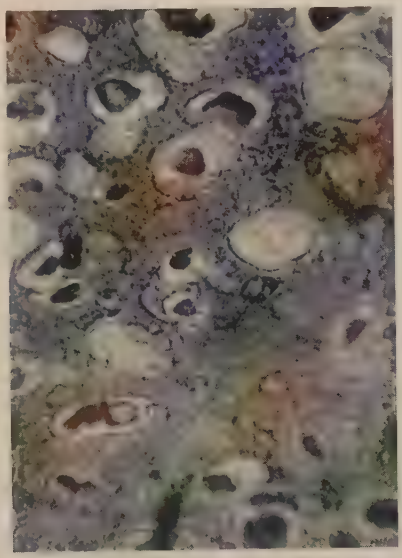


**Fig. 5.** Potato starch granules in the portion of softened deterioration.
Magnification × ca. 300.

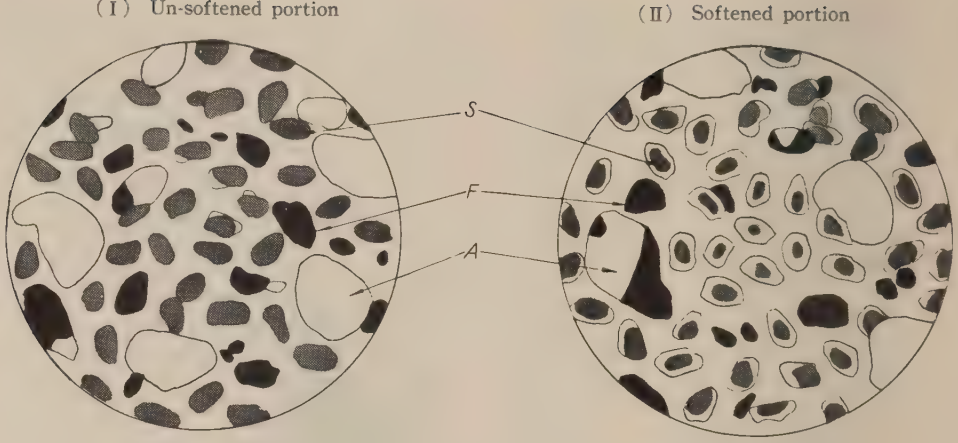



**Fig. 6.** Schematic drawings of un-softened (I) and softened portion (II).
S····Starch granule, F····Pork-fat particle, A····Air bladder

## 考　　察

軟化現象は変敗製品中でかなりの割合を示しているようだが，その発生は6～9月の高温の時期に多いようである。またこの現象は，数年前から一部の人の注目を引いてはいたが，ガス膨脹する製品のようにその変化が顕著でないので，比較的知られていない変敗の一つである。

軟化の特徴として，酸の形成が著しいこと，そして揮発性塩基量に，軟化及び非軟化部分とも著しい相違が認められないことは，軟化の原因が，魚肉ソーセージの蛋白部分の分解ではなくして，弾力の補強剤としての澱粉部分が崩解された結果おこるという推定が成立つように思う。かかる推定は，軟化部分の肉蛋白の部分及び脂肪の部分にさしたる変化が見られず，主として澱粉粒子の部分において，粒子内周辺が消化されたような様相を示した顕微鏡観察の結果からも，充分裏付けられるようである。岡田氏[3]によれば，種々の煉製品に含まれる澱粉が弾力補強剤としての効果を現わすには，澱粉粒子がそのままの形で糊化し埋没していることが必要であるという。したがつて，Fig. 4 及び 5 に見られるように，澱粉粒子が崩解し“肉のり”との間にすき間が生じたかのような状態になれば，その弾力補強効果は低下し，軟化してくることは当然考えられることである。而して，試料の固定，包埋，染色の操作を経ないで，かなり困難ではあつたが，直接凍結ミクロトームで切断した二，三の切片を位相差検鏡してみた結果では，軟化及び非軟化部分の澱粉粒子の状態は，Fig. 2～5 に示したものと同様であつた。それ故，Fig. 2～5 にみられた澱粉粒子の状態は，標本作製中に二次的に生じた，いわゆる artefact の結果ではなくて，魚肉ソーセージ中に既に形成されたそのままの状態とみてよいであろう。

軟化の原因に，澱粉粒子の影響を重要視しなければならない他の理由は，細菌学的にもありうると思う。殺菌した魚肉ソーセージの擂身に proteolytic の *Cl. sporogenes* を接種して，嫌気的に培養した場合，やはり一種の軟化がおこる。そして同時に著しい揮発性塩基窒素の形成を伴う (Table 1, No. 19)。これに反して saccharolytic の *Cl. welchii* を接種した場合は，軟化はおこるが，揮発性塩基窒素の増大を伴わない (Table 1, No. 20)。もし軟化現象が蛋白の分解に起因していたならば，揮発性塩基の増大或は可溶性窒素の増大を伴うように思われるが，軟化製品には，揮発性塩基のかかる増大は実際には見られないのである。この外，魚肉ソーセージの様に，微量ではあるが醗酵性の糖を含んだ (時によつては副原料として sucrose を加えることもある) 食品にあつては，いわゆる Protein sparing effect[1] の関係から蛋白部分が分解されにくいということも考えられる。いずれとしても，この問題を改めて追求する必要を認めたので，蛋

内部分の分解の程度及び軟化原因細菌が，嫌気的条件下でどのような性質を示すか目下検討中である。

Table 1 の No. 12 及び 16 の試料は，嫌気性芽胞形成菌の検出も無く，腐敗臭も無いにもかかわらず，揮発性塩基量の増大が見られる。原料魚に鮫を用いたか，他の何らかの理由によつてこれが増大したか，いまのところ不明である。

魚肉ソーセージの加熱は 80°～90°C で約 40～50 分の処理が行われるのであるから，当然残存細菌については，芽胞形成細菌との関係を重要視しなければならない。更に前述のように，軟化の特徴をみてくると軟化現象は缶詰の flat sour spoilage[5] と非常によく似た点がある。したがつて，その原因細菌については facultative *Bacillus* との関係が重要であろう。これについては次報で報告したい。

## 要　　約

1) 魚肉ソーセージを製造後 30°C 程度の温度に放置しておくと，早くて5日前後，おそくも1カ月くらいで，部分的に軟化がおこる (Fig. 1 参照)。この軟化現象について検討した。

2) 軟化は，夏期高温の時期に発生し易い。その部分は，特別の臭気も無く膨脹もない，また色調も非軟化部分に比較して変つていない。したがつて，外観からは一見その検出が不可能である。しかし，市販魚肉ソーセージの変敗品中に占める軟化製品の割合は決して少なくない (Table 1 参照)。

3) 軟化部分は，非軟化部分に比べ，一般に pH が低く，ether 可溶性の脂肪酸の含量が大である。だが揮発性塩基窒素の増大を伴わない (Table 1, 2)。その変敗の様相は，缶詰の flat sour spoilage に似ている。

4) 嫌気性芽胞形成菌である *Cl. sporogenes* あるいは，*Cl. welchii* を魚肉ソーセージに接種した場合も一種の軟化を形成するが，ここでいう軟化とは本質的にその性質を異にする。

5) 軟化及び非軟化部分を顕微鏡観察した結果，軟化部分の澱粉粒子は，粒子内周辺が沃度反応を呈さず，僅かに粒子内中央部のみが之を示し，粒子全体からみた時に，それは恰も細胞の原形質分離のような形を示している (Fig. 4, 5, 6 (II))。これに対して，非軟化部分は，魚肉中に埋没した澱粉粒子が，糊化したまま全面的に沃度反応を示す (Fig. 2, 3, 6 (I))。煉製品に加えられた澱粉の弾力補強剤としての効果は，澱粉粒子がそのままの形で存在しているときに現われるということから考えれば，軟化部分の澱粉粒子のように周辺が消化されている場合には，その効果は低下し軟化が生じてくるものと思われる。

終りに，顕微鏡撮影にいろいろ御指示を得た本研究所　竹村嘉夫氏に，また，変敗ソーセージの入手に際し便宜を与えられた魚肉ソーセージ協会　溝江進氏に厚く御礼申上げる。

## 文　　献

1) 緒方知三郎：“病理組織顕微鏡標本の作り方手ほどき”，改訂8版，南山堂，東京，(1954)，pp. 187～189.
2) 井野米次：腐敗研究所報告，**7**，31～42 (1957).
3) 岡田　稔：水産学会誌．投稿中．
4) 木俣正夫：“食品保蔵学”，1版，朝倉書店，東京，(1949)，pp. 131.
5) J. G. BAUMGARTNER: “Canned Food”, J. A. CHURCHILL LTD., LONDON (1949), pp. 99～120.

# 魚肉ソーセージの軟化現象について—II.
## 軟化部位から分離された細菌について

横関源延・内山 均・馬見塚利明
(東海区水産研究所)

# The Softening Deterioration of Fish Sausage—II.
## Microbiological Studies of the Softening Deterioration

Motonobu YOKOSEKI, Hitoshi UCHIYAMA and Toshiaki MAMIZUKA
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

It has been shown in the preceding paper[1] that the softening deterioration of fish sausage is different from the usual spoilage of fish meat or other fish jelly products like Kamaboko. The present study aims at making clear the problem how the microorganisms play in the softening deterioration of fish sausage. The number of the colonies of microorganisms growing during the ordinary agar plate culture increases always to a higher extent in the softened portion (about $10^7$ in 1g. of sample) than in the not-softened (below $10^4$ in 1g.). The microorganisms thought likely to cause this spoilage were isolated from various samples, allowing the identification of three strains according to BERGEY'S manual (1948).

From the results of morphological and physiological experiments, the strains are almost wholly identified as *Bacillus circulans* excepting some physiological properties as shown in Tables 1, 2, 3, and 4. All the strains may thus be looked upon as facultatively anaerobic and characterized by their resistance to heat as seen in Table 5.

魚肉ソーセージの変敗現象にはいろいろな型式が観察され，軟化現象もその一つであることを前報[1]で述べた。

この場合の軟化部位を直接塗抹して検鏡したところ，非軟化部に比べて，はるかに多数の有芽胞桿菌の存在することが観察された。そこで，ある種の細菌が繁殖したためにこのような現象がおこるのであろうと推察し，軟化現象を呈した製品を集めて軟化部位に存在する細菌を分離し，その性質を調査したので報告する。

## 実 験 方 法

### 1. 分離試料

菌分離に供した魚肉ソーセージは，軟化変敗をおこして返品になった製品を集めたものである。

分離細菌株とそのソーセージ製造会社，製造時期，原料の配合割合，分離した時期などはつぎのとおりである。

YE 株: Y 社製，1956 年 6 月 4 日製造
クロカワカジキ，メカジキ，ワラズカ，キンキ，サケ，ホッケ肉に馬鈴薯澱粉 5%，豚脂 5%，nitrofurylacrylamide と nitrofurazone の混合物 (neofuraskin) 1/5,000，その他香辛料，食塩等添加，85°C 45 分加熱，10 月 18 日分離。

NN 株: N 社製，1956 年 9 月 14 日製造
マグロ，サケ肉に馬鈴薯澱粉 5～8%，豚脂 10%，砂糖 1.5%，nitrofurylacrylamide と nitrofurazone の混合物 (neofuraskin) 1/4,000～1/5,000，その他食塩，香辛料等添加，85°C 45 分

1958 年 1 月 21 日受理
東海区水産研究所業績 B-280

加熱，11 月 16 日分離。

HEM 2 株: H 社製，1957 年 5 月 30 日製造

クロカワカジキ，バチマグロ肉に馬鈴薯澱粉 10%，nitrofurylacrylamide と nitrofurazone の混合物 (neofuraskin) 1/10,000，その他香辛料，食塩等添加，90～95°C 40 分加熱，6 月 10 日分離。

**2. 細菌の分離方法**

常法により casing の表面に alcohol を塗拭し殺菌後，更に火焔をくぐらせ，滅菌メスで切り開いた。軟化部を集めて稀釈平板による好気培養と，thioglycolic 酸高層培地による嫌気培養とを行つた。

培養温度は 34°C，培養後生じた colony を観察したところ，殆んど同一種と思われたが，念のため好気，嫌気両培養からそれぞれ 8～15 株を分離した。その細菌学的性質を調べたところ，同一会社製品からの細菌は少くも同様な菌種であると断定されたので，各分離試料の代表株についてこの性質を記載することにする。

分離用培地:

好気培地　peptone 10g，肉エキス 5g，食塩 30g，glucose 10g，寒天 15g，水 1,000cc，pH 7.0.

嫌気培地　好気培地に thioglycolic 酸 0.5cc を加える。

食塩を特に 3% 添加したのは，魚肉ソーセージは普通 3% 前後の食塩を含んでいるからである。また魚肉ソーセージの酸化還元電位は一般に Eh で −0.2 ～ −0.3 volt 附近である。thioglycolic 酸を glucose 寒天培地に 0.05% 加えると Eh −0.280 volt となり，ほぼ魚肉ソーセージの電位に近くなるので，これを嫌気培地とした。

**3. 分類学的方法**

従来一般に行われている方法[2),3),4)]によつて実施した。なお特記しない限り培養温度は 34°C である。

**4. 死滅温度**

寒天斜面に 34°C 10 日間培養して，できるだけ胞子のみになるようにした（栄養菌体は完全にはなくならない）colony をかきとり，M/50 phosphate buffer (pH 7.0) に浮游させ，この胞子濃度を血球計算器で確かめておく。

試験管に 10cc づつ入つた分離用嫌気培地（寒天培地）をあらかじめ溶かして，目的とする温度に保つておき (100°C 以上の場合は 100°C にする)，これに胞子懸濁液を 10cc 中 $10^4$ になるように加えて一定時間加熱した。一つの test について 2～4 本の培地を用い，同時に接種して加熱実験を行つた。加熱終了後直ちに冷水で冷却し，34°C に 10 日間培養して生死を観察した。

## 実 験 結 果

非軟化部の細菌数は 1g 中 $10^4$ 以下であるのに対し，軟化部は $10^7$ 程度で，明かに細菌の繁殖が認められる。つぎに分類学的性質を示す。

各 Table には，分離菌に最も近いと思われる *Bacillus circulans* の記載[5)]との比較を示した。

**Table 1.** Morphological characters

| Strains | Rods | | Sporangia | Spores | | Motility | Gram Stain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Form | Size (μ) | | Form and Location | Size (μ) | | |
| YE | rod | 0.5～0.8×1.8～2.9 | distinctly bulged, clavate | spherical, terminal | 0.7～1.2 | + | + |
| NN | 〃 | 0.4～0.7×1.7～2.8 | *ditto* | *ditto* | 1.1～1.3 | + | + |
| HEM 2 | 〃 | 0.4～0.6×1.6～3.0 | *ditto* | *ditto* | 1.0～1.3 | + | + |
| *B. circulans* | 〃 | 0.5～0.9×2.0～5.0 | *ditto* | ellipsoidal, central to terminal | 0.8～1.2×1.1～2.0 | + | variable |

**1. 形態的性質** (Table 1)

YE, NN, HEM 2 株何れも gram 陽性で運動性ある有胞子桿菌である。其形の spore を菌端に形成し，sporangia はその部位で大きく膨大してラケット状を呈する。spore の形成は 24 時間では僅少であるが，48 時間後から盛んになる。分離直後はよく spore を形成するが，長く継代培養を繰り返すと次第に形成能力が悪くなる傾向がある。

**2. 培養的性質** (Table 2)

普通寒天培地によく生育し，寒天培地に密着した硬くて薄い colony を作る。白金耳でこの colony を掻きとる場合，寒天面からはなれ難い性質を持つている。長く培養すると，YE 株は培地を褐色に変じ，NN 株は僅かに変化させるが HEM 2 株は変化させない。この点が各菌株間の主な相違点である。

**Table 2.** Cultural characters

| Strains | Agar Colony | Agar Slant | Nutrient Broth | Potato |
|---|---|---|---|---|
| YE | circular, smooth, lobate, flat, opaque, dull, adherent | filiform, smooth, flat, dull, adherent, medium becoming brownish | pellicle, slightly turbid with flocculent sediment | no growth |
| NN | *ditto* | filiform, smooth, flat, dull, adherent, medium slightly brownish | *ditto* | *ditto* |
| HEM 2 | *ditto* | filiform, smooth, flat, dull, adherent, medium unchanged | *ditto* | *ditto* |
| *B. circulans* | the colonies of the rougher or mucoid strains are small, entire, non-spreading | mucoid strains are dens, non-spreading, entire, gummy and adherent | slightly to fairly turbid with flocculent to slimy sediment | very variable |

**3. 生理的性質** (Table 3, 4)

Table 3 に表したように，分離した菌株は何れも同様な性質を示した。すなわち硝酸塩を還元せず，また indol 並びに acetylmethylcarbinol も生産しない。硫化水素を生成し，澱粉をよく分解する（沃度反応の消失）。リトマス牛乳培地をゆるやかに凝固させ，gelatin をよく溶解する。発育温度の範囲は広く，25°～

**Table 3.** Physiological characters

| Strains | Production of | | | Voges-Proskauer Test | Citrate Assimilation | Hydrolysis of Starch |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nitrite | Indol | $H_2S$ | | | |
| YE | − | − | + | − | − | + |
| NN | − | − | + | − | − | + |
| HEM 2 | − | − | + | − | − | + |
| *B. circulans* | + | | | − | − | + |

| Strains | Action on Milk | Liquefaction of Gelatin | Relation to $O_2$ | Relation to Temperatur | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Opt. Temp. | Max. Temp. |
| YE | acid, slowly coagulated | stratiform liquifaction | facultatively anaerobic | 30～37°C | 55°C |
| NN | *ditto* | *ditto* | *ditto* | 30～37°C | 55°C |
| HEM 2 | *ditto* | *ditto* | *ditto* | 30～37°C | 55°C |
| *B. circulans* | usually acid, slowly coagulated | slow cone-shape liquifaction (Jordan), no liquifaction (Ford) | | 30°C | 52°C |

**Table 4.** Fermentation of sugars (Peptone-ammonium medium)

| Strains | Glucose | Fructose | Galactose | Mannose | Lactose | Sucrose | Maltose | Raffinose | Arabinose | Xylose |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| YE | + | + | + | + | ± | ± | + | ± | + | ± |
| NN | + | + | + | + | ± | ± | + | ± | + | ± |
| HEM 2 | + | + | + | + | ± | ± | + | ± | + | ± |
| *B. circulans* | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

Note: No gas production detected in all strains
+····Acid production positive
±····Acid production slightly positive

55°C でよく生育するが，最も良好な発育を示すのは 30°～37°C である。glucose 寒天を溶かしておき，これに分離菌を懸濁し，冷却してその発育層を観察したところ，深部発育は他の *Bacillus* 属例えば *B. subtilis*, *B. cereus* 等と比較して極めて良好であつた。また嫌気培養にもよく生育する。糖類の醱酵は試みた糖全部から酸を生成し，gas を生じなかつた。

**4. 死滅温度** (Table 5)

加熱温度は 95°, 100°, 105°, 110°, 115°C について試験した。100°C 以上の加熱には autoclave を使用したので，目的の温度に達する迄と，常圧に下がる迄に 100°C 以上に約 10 分程度加熱されていることになる。95°C に加熱した場合に，後培養で生育して来る colony の数は次第に少くなるが，70 分加熱を続けても肉眼で数え得る程度に少くはならない。100°C 60 分でようやく colony を数え得る程度に少くなるが，完全死滅は望めない。105°C で 20 分，110°C では 10 分で完全に死滅し，115°C では即時に死滅する。

**Table 5.** Thermal death time (Inoculation, $10^4$ spores per 10cc agar-medium)

| Temp. (°C) / Time (m n) / Strains | 100 | | | 105 | | 110 | 115 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 50 | 60 | 10 | 20 | 0* | 0* |
| YE | ## ## ## ## | + + + + | − − ±(1) ±(1) | ±(4) ±(2) | − − | ±(2) ±(1) | − − |
| NN | ## ## ## ## | + + + + | ±(3) ±(3) ±(6) ±(8) | ±(8) ±(17) | − − | ±(2) − | − − |
| HEM 2 | ## ## ## ## | + + + + | ±(5 (±(9) ±(12) ±(10) | ±(4) ±(5) | − − | − − | − − |

Note: * Heating was stopped on the arrival of the specified temperature
## Alive in a large number
+ Alive in a moderate number
± ( ) A few survived; Arabic numerals in parentheses show number of colonies in 10cc medium.

## 考　　察

魚肉ソーセージの軟化変敗部分から分離される菌は，製造月日，原料配合組成，工場などが全く個々別々である試料から分離した細菌でありながら，上述の様に互に極く近似の性質をもつている。強いてその相異を挙げれば，YE 株が普通寒天培地を褐色に変化させ，NN 株はわずかに変色させるのに対し，HEM 2 株では全く変化がみられないという点に過ぎない。その他の性質は全く一致するから，同一の菌種に属するものと考えられる。

分離菌の性質を BERGEY'S Manual[6] によつて検索してみると，spore を持つた桿菌であつて，好気的によく生育するのであるから *Bacillus* に属することは明かである。*Bacillus* は mesophilic と thermophilic

に大きく別けられるか，分離菌は 30°C にも 55°C にも良く生育する。しかし thermophilic は 37°C 以下には発育が微弱で，aerobic であるとの記載があるから，分離菌は 30°C によく生育し，anaerobic にも充分生育するので mesophilic 群に属する菌と考えた。mesophilic 群は spore と sporangia の形態等により，A, B, C の3群に別けられている。分離菌の spore は球形であつて，形態を重要視すれば C 群に属するわけであるが，C 群は炭水化物を分解しないのに対し分離菌は多種類の炭水化物を分解する。著者等は生理的性質を重要視して B 群に属するものと判定した。つぎに分離菌は炭水化物から gas を産生しない，普通寒天培地によく生育する，glucose peptone broth 培養の pH を 5.5 にし，炭素源として citrates を利用しない，澱粉を加水分解し，sucrose から酸を生産する，arabinose から明らかに酸を生成し acetylmethylcarbinol を生産しない等の諸性質からすると *Bacillus circulans* になるのであるが，完全には一致しない。しかし spore の形態が球形であることと nitrate を還元して nitrite にしないことを除き，他の性質は殆んど一致するから *Bacillus circulans* JORDAN に近い菌と考える。

ところでこのような軟化菌の汚染源は不明であるが，今迄の研究によると，木俣[6]はれり製品の副原料として普通用いられているイモ澱粉の細菌学的研究において，80°C 10 分で死滅しない菌のうち *B. circulans* は *B. megatherium* についで多いことを報告している。また著者の一人[7]はかつて焼竹輪の加熱直後に残存する菌のうち約 10% の割合で *B. circulans* が存在していることを観察している。もつともこのような菌株が今回の分離菌と同様に軟化現象を起すかどうかは全く判らない。

最近魚肉ソーセージに用いられている各種の香辛料並びに澱粉中に存在する菌のうち，80°C 45 分の加熱に耐え，しかも前述の嫌気培地に生育する菌数を調査してみたところ，corriander, allspice, white pepper, ginger 等から 1g 中 $10^3$～$10^4$ 程度の菌が発育してくる。したがつて，軟化菌の来源を考える場合には，当然このような香辛料や澱粉等からの汚染を考慮する必要があろう。

魚肉ソーセージの加熱温度は普通 85°～95°C で 40 分から 1 時間程度である。分離菌は上述の寒天培地中では 100°C 以下の加熱では死滅しなかつた事実から考えると，魚肉ソーセージにこのような菌が混入した場合には完全には死滅しないであろうことが推察できる。

## 要　　約

1) 軟化現象を起した魚肉ソーセージを集めて，その軟化部位から細菌を分離し，その分類学的研究を行つた。

2) 軟化部位には非軟化部に比べると，いずれの場合もはるかに多数の有芽胞桿菌が存在する。

3) 全然別の工場で製造された製品であるにもかかわらず，三ケ工場製の製品から分離された軟化原因菌はいずれも同様な性質を持ち，*Bacillus circulans* に属する菌であつた。

4) 分離菌の胞子はいずれも 100°C 60 分では死滅せず，105°C 20 分の加熱でようやく死滅する。

## 文　　献

1) 内山均・田中武夫：本誌，**24**，p.　　(1958).
2) Society of American Bacteriologist: "Manual of Methods for Pure Culture Study of Bacteria", Geneva, N. Y. (1955).
3) 東大農芸化学教室："実験農芸化学"，上巻，5版，朝倉，東京，(1956), pp. 174～227.
4) 伝研学友会："細菌学実習提要"，9版，丸善，東京，(1956), pp. 114～169.
5) R. S. BREED, E. G. D. MURRAY and A. P. HITCHENS: "BERGEY'S Manual of Determinative Bacteriology", 6th ed., Williams and Wilkins Co., Baltimore (1948).
6) 木俣正夫・河合　章：本誌，**16**，55 (1951).
7) 横関源延・大島　浩：北海道水産試験場研究報告，No. 7, 1 (1950).

# 抄　　録

**乾燥卵白製造時に於ける糖の除去法**　JOHN C. AYRES: *Food Technology*, **12**, 186～189 (1958). 乾燥卵白を安定な状態に長く保つためには，乾燥に先だつて卵白中に含まれる遊離の糖を除去することが必要である。著者が工業的に乾燥卵白を生産する場合に利用出来る三種の微生物，即ち (I) *Saccharomyces cerevisiae*, (II) *Streptococcus lactis*, (III) *Aerobacter aerogenes* の卵白中に於ける醱酵力及び醱酵条件を比較し，又これら三種の菌に酵母エキスを加えた場合の醱酵促進効果を検討したところによると，(I) 及び (II) は卵白中では余り増菌せず，多量に接種しないと 24 時間ではむしろ減少していくが，(III) は卵白中でも増菌し又酵母エキスの添加に依つて一層促進される。卵白中の糖の除去に要する時間は酵母エキスの添加によつて可成り短縮されるし，又必要以上の酵母を卵白に接種すると製品に酵母臭がついたり又他の菌種についても不都合なことが起るから使用する菌の接種量を出来るだけ少なくすることが必要であるが，この点についても酵母エキスの添加は効果がある。(野中)

**濃縮肉エキス製品中の諸成分の分析**　T. WOOD, and A. E. BENDER: *Biochemical Journal*, **67** (3), 366～373 (1957). 市販の肉エキス製品に透析，電気透析等を行つて後，イオン交換及び沪紙クロマトグラフを用いることによつて，肉エキス中の全成分を分離定量する方法を述べる。まず肉エキス中にありそうな各種の物質の純品を用い，諸種の展開溶媒による Rf を吟味の後検体の分析を行つた。展開された各スポットの確認及び発色定量のために多種多様な方法が用いられた。有機酸の定量には電気透析に於ける陽極側の液を集め 2 次元クロマトグラフで展開の後，アニリン—キシローズ等で発色する。イオン交換膜を用いる電気透析によつて着色物質を定量す。かくて 9 種のアミノ酸，3 種のペプチド，4 種のアニヂン類，3 種のプリン塩基，4 種の有機酸，カルニチン，コリン，尿素，蛋白，アンモニア，無機物，着色物質が定量され，その合計は検体中乾物量に対し約 100% であつた。同種の製品に関する従来の分析結果に比べ，ヒスチヂンを含む未知のペプチド，チトルリン，グリコール酸，β-ヒドロキシ酪酸が新しく見出されたが，炭水化物は認められなかつた。(松本)

**細菌体の全燐の定量による菌量の間接的測定法**　EDWARD O. BENNENT and ROBERT P. WILLIAMS *Applied Microbiology*, **5**, 14～16 (1957). 細菌の菌量の測定の基本的方法は細菌の乾燥重量の直接測定である。この方法は細菌の大量を用いないと不正確になる。間接的測定法として細菌の全窒素の測定及び濁度の測定が行われ，之等の方法は多くの細菌の場合に適用し得るものである。然し *Bacillus anthracis* のように窒素を含有する莢膜を有し，又連鎖状に発育するような場合には重量法，窒素法及び濁度法等は不適当である。燐は普通の発育条件に於て細菌の原形質に常在する成分であり，且つその定量法が簡易である。菌量を測定する間接法としての全燐の定量を評価するために，細菌の燐含有量を窒素含有量及び濁度と比較した。*Escherichia coli* 及び *Micrococcus pyogenes var. aureus* に就て得られた結果によれば全燐による菌量の測定は信頼出来る方法であり，且つ測定方法が簡単で一度に多数の測定が可能である。(堀江)

**冷凍魚肉の解凍時に於けるドリップの蛋白組成について**　HARRY L. SEAGRAN: *Food Research*, **23**, 143～149 (1958). 冷凍魚肉を融解する時，体液（謂所ドリップ）が多かれ少なかれ浸出するが，このドリップの来源について多くの研究がなされたにも拘らず未だ定説がない。ドリップが多くの蛋白を溶解していることは周知の通りであるが，その蛋白組成から多少なりともその来源を推察することが出来るであろうと考え，この蛋白組成を検討した。魚肉 (rockfish の一種を用いた) を擂潰して −20°C で凍結しこの温度に 60 日間貯蔵した後融解し，遠心分離して得たドリップと低イオン強度の KCl 溶液で浸出した蛋白溶液の両者について，沪紙電気泳動及び其の他の方法で比較した所，両者は全く同一の結果を与えた。即ち沪紙電気泳動では，遠心分離によつて得たドリップも，低イオン強度の KCl 溶液で抽出した蛋白溶液もともに移動率の異つた 7 つのピークを示し，その泳動図も二者共よく一致するので成分組成は同一であろうと考えられる。又アクトミオシンがドリップ中に存在しないという事実から，ドリップの根源となるものは魚肉の肉漿と強く結合しているものではないと想像される。(野中)

**放射線照射による脂質の変化**　L. R. DUGAN JR. and PAUL W. LANDIS: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **33**, 152～154 (1956). コバルト 60 を線源とし毎秒 33 レントゲンのガンマ線を 7.5～20°C で 17～455 時間，オレイン酸及びオレイン酸メチルに照射し酸化させた結果，何れの場合も過酸化物価及びカルボニル価に大きな影響があり，何れも照射時間が長くなる程大きくなつた。又，照射時間が長くなると，オレイン酸とオレイン酸メチルとの差が大きくあらわれた。すなわち，オレイン酸の場合より甚しく持続した後，その生成速度が減衰した。金属石鹸，例えばステアリン酸，コバルトを添加したオレイン酸の照射についても研究した結果，増加した過酸化物価は金属触媒を加えないオレイン酸を照射した時の約 1/2 に過ぎなかつた。(山川)

**貝の筋肉からの tropomyosin の単離と結晶化の簡易法**　K. LAKI: *Archives of Biochemistry and Biophysics* **67**, 240～242 (1957).　多くの動物の myosin と tropomyosin との関係についての研究の一環としてハマグリ科の貝 (*Venus mercenaria*) から高純度の結晶 tropomyosin を簡易に調製した。即ち貝の閉殻筋又は足筋を磨砕し，10 倍量の 4% $NaHCO_3$ 冷溶液及び 10 倍量の冷水で洗滌後，アセトンで脱水する。風乾後，20 倍量の 0.3M KI 冷溶液（微量のアスコルビン酸を含む）で抽出し，遠心分離して得た透明溶液を冷所で 0.1M KCl 溶液に透析する。 2 時間後外液に 0.2M phosphate buffer を加えて pH 6.0 とすれば針状結晶が析出する。再結晶化は結晶を 0.3M KI 溶液に溶かし同様の操作を施せばよい。この結晶蛋白は BAILEY 法によつて単離した tropomyosin より低い硫安膿度 (33%) で沈澱するが次の理由で tropomyosin と命名される。即ち，(1) 無塩溶液中で非常に粘稠であるが，塩を加えると粘度が減る，(2) 沈降的性質が他の動物の tropomyosin に似る，(3) tropomyosin 一般に特徴的なアミノ酸組成を有する。（橋本）

**鮭鱒類の栄養試験—V．マスノスケの必須アミノ酸**　JOHN E. HALVER, DONALD C. DELONG and EDWIN T. MERTZ: *Journal of Nutrition*, **63**, 95～105 (1957).　マスノスケ (*Onchorhynchus tshawytcha*) の稚魚（体重 2g 前後）を 200 匹ずつ 20 群に分ち，対照群（2 群）には蛋白源として 18 種のアミノ酸混合物を加えた基本餌料を投与，他の 18群にはそれぞれ基本餌料から 1 種のアミノ酸のみを除いた餌料を投与して 10 週間飼育した。

その結果アラニン，アスパラギン酸，シスチン，グルタミン酸，グリシン，プロリン，セリン，チロシンの各アミノ酸欠乏餌料を投与した試験群の体重増加量は何れも対照群のそれと変りなかつたが，アルギニン，ヒスチジン，イソロイシン，ロイシン，リジン，メチオニン，フェニルアラニン，スレオニン，トリプトファン，バリンの各アミノ酸欠乏餌料で飼育した試験群は何れも成長を示さなかつた。

（鴻巣）

**ニジマスのビタミン試験用完全配合餌料**　J. E. HALVER and J. A. COATES: *Progressive Fish-Culturist*, **19**, 112～118 (1957).　餌料はカゼイン (vitamin-free) 54，精製ゼラチン 15，精製トウモロコシ油 7，タラ肝油 2，白色デキストリン 8，α-セルローズ粉末 9，塩類 4，DL-メチオニン 1，L-トリプトファン 0.5 部の混合物に結晶ビタミンを加えたものである。塩類は U. S. P. Salt mixture No. 2 の100g に対し，塩化アルミニウム 18，硫酸亜鉛 357，第一塩化銅 11，第一硫酸マンガン 80，ヨードカリ 17，第一塩化コバルト 105mg を夫々加えたものである。ビタミンは餌料 100g に対し，$B_1$（塩酸塩）6，リボフラビン 20，$B_6$（塩酸塩）4，ニコチン酸 80，パントテン酸カルシウム 28，イノシトール 400，ビオチン 0.6，葉酸 1.5，*p*-アミノ安息香酸 40，塩化コリン 800，アスコルビン酸 200，α-トコフェロール 40，メナヂオン 4，結晶 $B_{12}$ 0.009mg を加える。上記配合餌料で体重 0.39g のニジマス稚魚を 20 週間飼育した結果は，新鮮な牛肝臓で飼育した魚と比較して，生長，死亡率においてはほとんど差異は見られなかつた。又上記飼料のみで 3 ケ年間飼育した魚も何等ビタミン欠乏症状は示さず，満 2 年で正常に産卵受精した。この卵より得た稚魚も 18 ケ月間配合餌料のみで飼育し何等のビタミン欠乏症状も示さなかつた。（荻野）

**海洋生物の放射性核種代謝**　HOWARD BOROUGHS, SIDNEY J. TOWNSLEY and ROBERT W. HIATT: *Biol. Bull.*, **111**, 336～357 (1956).

**I. $Sr^{89}$.**　スマ，キワダ，シイラの消化管に投与されこれらの体内に摂取された $Sr^{89}$ は投与後数時間でその大部分が消失したが，その後は実験期間中 (27 日間) 保持されつづけた。体内各組織の Sr 濃度の経日的変化を見ると，内臓諸器官は速かに濃度の減少を示すが，骨，鰓，皮，筋肉はほぼ一定値を保つていた。スマ，キワダの実験で，消化管投与に比べ注射投与の方が筋肉の $Sr^{89}$ 量は 3 倍も多かつたが，鰓では約 ½ であつた。*Tilapia mossambica* では注射投与 $Sr^{89}$ の 60～70% が 14 日間魚体内に保持された。*Tilapia* は海水に添加された $Sr^{89}$ を体内に摂取し得るが，その濃度（魚体の g 当りの $Sr^{89}$/海水の g 当りの $Sr^{89}$）は 3 週間後で 0.3 にすぎない。内臓以外の組織の $Sr^{89}$ 濃度の高いものからの順位は骨，皮，鰓，筋肉であつた。この順位は消化管投与，飼育海水添加の何れの場合も同じであつた。

**II. $Y^{91}$.**　*Tilapia* に消化管投与され体内に摂取された $Y^{91}$ はすみやかに排泄され，2 日間後では投与量の 2% が体内に保持されるにすぎない。$Sr^{89}$ が 2 日間後に 20% 保持されていた事実と比べ，体内保持の程度は $Sr^{89}$ よりはるかに少い。投与後 14 日後における残存 $Y^{91}$ の分布は，内臓諸器官 40%，筋肉 30%，骨 20% 以下，皮 10%，鰓 5% であつた。（佐伯誠）

**訓練前後のタコのカニや他の形象に対する視覚反応**　J. S. YOUNG: *Journ. Exp. Biol.* **33** (4), 709～729 (1956).　タコを水槽で飼い，その隠れ家と反対の処で色々の形を示し，その影響を試験した。小形の動く対象は何でも襲われるが，カニと黒色の垂直矩形とは他の形象よりもしばしば襲われた。最後者は恐らくカニと類形のためと考えられる。タコが襲つた時，その形象が引込められれば，襲撃の確率は小さくなる。タコはカニを食べることを許されるならばカニを，或いは白色の縞付きのあることを知つた形象を，襲う確率は急に上り不変のものとなる。或一定の形を襲うという学習は vertical lobe の大部分を除いた後でも起るが，正常のものよりは不成績である。 vertical lobe が除かれたタコは他

の形象よりもカニを容易に襲うが，この仕組みは恐らく視葉にあると思われる。予め中立性の形象或いは食物と結び付きのある形象が襲われた時に，タコに衝撃が与えられると，前者の場合にはその後の襲撃の確率は急に0に近づき，後者の場合にはその確率は下るが前者よりは緩慢で，この時 vertical lobe が除かれれば，前者では襲撃は無くなり，後者ではその瀕度は増大する。襲撃を防止する記憶の一部は vertical lobe に存する。襲撃の予備訓練が多ければ，タコが襲撃しなくなる様に学習するのには一層時間がかかる。先に vertical lobe を除去した個体に衝撃を加えた実験も行われた。一定の形象が食物或いは衝撃と結び付いているという知識の蓄積は，vertical lobe の除去後にも築かれ得るが，正常のタコの場合よりも一層急速に消失する傾向がある。11 figs, 4 tabs, 文献4を附す。(妹尾)

**電気漁法** P. F. MEYER-WAARDEN: *FAO Fisheries Study*, No. 7, 78 pp. 1957. 衝撃電流が第二次大戦後ドイツの科学者によつて漁業に紹介されて，電気漁法の可能性は飛躍的に増大した。そして淡水漁業にのみ限定されていたこの漁法は海洋漁業にもその使用が拡大される。この本では電気漁法に関して混乱した考え方や観念を整理し，漁業に実際に用いる場合の可能性を説明し，ここ暫らくはこの漁法を制限する各種の技術的な要因についても言及する。そして現在の電気漁法で用いられる各種の機械とそれらの使用実態及び電気工学，電気物理的基礎要因に対する調査にふれている。まず電気漁法に関する基礎的原理に関するもの，即ち，交，直，衝撃波の各電流に対しての魚の反応を述べ，漁業における電気の応用に及び，各国の電気漁法機械（淡水及び海水）を紹介し，とくに海水において使用する電気漁法での問題点とその実態にふれ，更らに将来発展を予想される電気漁法として中層トロールでの応用，延縄漁業，捕鯨業での実験等にふれた。最後に電気漁法は現在未だ初期の段階であり，将来その重要性が更に認識されるであろうこと，その利用には，阻止，駆集，麻痺，致死，誘導等の各効果を有効に生かすことが肝要であること。しかし現在のところでは相当大きなエネルギを使用しても，魚が電気的に影響されるのは割に小さな範囲に限られることも知つておく必要がある。(野村)

**魚肉に対する *Pseudomonas* の作用 1. 冷蔵魚肉の初期腐敗臭に関係する微生物について**

CASTELL, C. H. and GREENOUGH, M. F.: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **14**, 617 (1957).

魚を冷蔵した場合に生ずる臭気は鮮度変化に従つて4期に分けられる。ここでは腐敗の初期に於て生ずる種々の臭を調べ，この臭を生ずる微生物について検索を行つている。即ち初期腐敗臭の原因菌と見做される135株の菌を鮮度の異つた数種の魚，工場用水その他から分離し，その性質を調べ，これらの菌が何れも *Pseudomonas* に属することを明かにしている。これらの菌を魚肉培地上に接種，培養した際に生ずる臭は生育温度 0～25°C の間では温度による影響がなく，また大部分の菌は生育に従つて臭をかえ，生育全過程に於て単一の臭を発生する菌の数は極めて少い。更に大部分の菌は継代培養を繰返すことによつてその菌特有の臭を消失する。菌の性質と臭との間には殆んど関連が見られないが，甘い臭，果実臭，ねぎ臭並に馬鈴薯臭を生ずる菌はすべて蛋白を分解せずまた色素を産生しない。(山田)

**魚肉に対する *Pseudomonas* の作用 2. かび臭並に馬鈴薯臭について**

CASTELL, C. H., GREENOUGH, M. F. and JENKIN, N. L.: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **14**, 771 (1957).

冷蔵した魚が生ずる初期腐敗臭については種々の臭があるが，ここでは特に馬鈴薯臭を呈する菌について調べている。この臭はよく大鮮，タラ及びヒラメに見られる臭であつて，弱い時にはかび臭を呈する。しかし馬鈴薯臭だけを感ずることは稀であつて多くは酸臭，果実臭又はねぎ臭を混入している。この馬鈴薯臭を呈する菌の性質を調べ，既往の文献と対比した結果によると，この菌は *Pseudomonas perolens* である。この菌により生ずる臭は普通培地では継代培養しても消失しないが，培地の pH やその組成をかえることにより著るしい影響を受ける。即ちこの菌を酸性培地で生育するとかび臭又は馬鈴薯臭を呈しないが，中性又はアルカリ性の培地では pH 値の増大に伴つて強い馬鈴薯臭を呈する。また蛋白分解物や或種のアミノ酸を窒素源として使用したとき，或いは窒素源として硝酸塩，炭素源として酢酸塩その他を含む培地を用いた場合には馬鈴薯臭を呈するが，随伴臭は基質の種類によつて異つてくる。(山田)

# 雑　　録

## ○関東在住緊急役員会

1. 開催日　昭和 33 年 5 月 26 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　会長，副会長他 24 名
4. 議　題

a. 海洋学研究連絡委員会委員候補者の推薦について。

上記の件につき，日本学術会議第四部長より 2 名推薦方申入れがあつたので，互選の結果，熊澤武晴氏・栗田晋氏を選出した。

b. 海洋学総合研究所創設促進委員の選任について。

日本海洋学会より海洋学総合研究所創設促進合同委員会設置並に同委員の選任について申入れを受けたので，討論の結果全評議員に促進委員を依頼し，且在京評議員並に栗田晋・檜山義夫の各氏の中から幹事促進委員 8 名を選出することにし，互選の結果，大島泰雄，栗田晋，久保伊津男，田内森三郎，高山重嶺，中井甚二郎，森高次郎，檜山義夫の各氏（アイウエオ順）を決定した。

5. 入会希望者承認　個人会員　6 名

## ○九州支部第 2 回例会　昭和 33 年 5 月 30 日　於長崎県庁

1) 水産魚貝肉缶詰の黒変現象に関する研究　山田紀作　°田中瑞穂（西水研）

2) 魚肉及び水中のクロルテトラサイクリンの簡易 Microbioassay について　富山哲夫（九大水産）

3) 気泡網に関する研究　江波澄雄（九大水産）

**シンポジウム**

以西底魚資源の諸問題

（1）中国における資源保護問題と以西漁業　真道重明（西水研）

（2）以西漁場の環境調査について　辻田時美（西水研）

○訂　正

| 巻　号 | 頁 | 行 | 誤 | 正 |
|---|---|---|---|---|
| 第 24 巻 1 号 | 45 | 下から 3 行 | 洗速 | 流速 |
| 〃 | 47 | Fig. 1, タテ軸説明 | fime | film |
| 〃 | 〃 | 下から 8 行 | 型成 | 形成 |
| 〃 | 68 | 下から 16 行 | 2.　会議 | 2.　会誌 |
| 〃 | 70 | 上から 10 行 | 4 月 2 日～14日 | 4 月 2 日～4 日 |
| 〃 | 74 | 30 行目 | 白石・田中光 | 白石・田中実 |
| 〃 | 81 | 6　〃 | 土井長之・ | (削除) |
| 〃 | 〃 | 8　〃 | 今井研究室 | 小金沢昭光 |
| 〃 | 〃 | 10　〃 | 北海道さけますふ化場 | 坂野栄市 |
| 〃 | 〃 | 11　〃 | 全行削除 | |
| 〃 | 〃 | 13　〃 | 9. | 8. |
| 〃 | 〃 | 14　〃 | 10. | 9. |

昭和三十三年六月二十日　印刷
昭和三十三年六月二十五日　発行

第二十四巻　第二号

本号定価130円
(送料別)

編集兼発行者　関根隆
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社　国際文献印刷社

発売所　株式会社　国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0931

# キハダマグロ *Neothunnus macropterus* の印度洋東西間の形態上の比較

中込 淳
(神奈川県水産試験場)

# Morphometric Comparison of Yellowfin Tuna for the Western, Middle and Eastern Parts of the Indian Ocean

Jun Nakagome

There are reports on the morphometric comparison of the yellowfin tuna obtained between the middle and eastern parts of the Indian Ocean[1)2)], but none is found on the comparison of the specimens taken among the western and other divisions of the Ocean. This paper deals with the investigative results of the Sagamimaru, research boat of th Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station.

The measurements of body parts were compared among four areas in the western part of the Indian Ocean, and also among the western, middle and eastern divisions of the Ocean (Table 1).

The lengths from the tip of snout to insertions of pectoral fin, the lst dorsal fin and ventral fin differ considerably for respective areas, but those from there to insertions of the 2nd dorsal fin and anal fin and depths do not differ for respective divisions. This means that the anterior parts of the body differ for respective areas.

The anterior body parts of fishes obtained from the middle and eastern divisions of the Indian Ocean are longer, those parts of them taken from the areas $W_1$, $W_2$ and $W_5$ are shorter and those of fishes from the area $W_4$ are median length between the two groups.

The area of $W_4$ is situated in the southern of 3°30′—4°00′S., and more westward than the area of $W_5$ and the areas of $W_1$, $W_2$ and $W_5$ are located in the northern of 1°00′—2°30′..

Accordingly, it may be considered that the anterior body parts of fish, obtained from the middle and eastern divisions of the Indian Ocean, are long, those lengths of fish from the southern of 3°30′—4°00′S., median, and those of fish from the northern of 1°00′—2°30′S., short.

## 緒 言

魚群の分布を形態の比較によつて判定する試みは，既に，多くの学者によつて行われて来た。印度洋のキハダマグロ *Neothunnus macropterus* についても，東部と中部の魚体については報告がある[1)2)]。

しかし，西部印度洋の魚体については未だその報告をみない。著者は，昭和 31 年 5, 6 月に，神奈川県水産試験場試験船相模丸にて調査したので，此処に報告する。

発表するに当り，御指導下さつた東京水産大学吉原友吉先生，御指導御鞭撻下され，発表を許された神奈川県水産試験場永井三夫場長に対し，衷心より謝意を表する。又，英文摘要の作稿に当り，東京水産大学妹尾次郎先生に御指導戴いた。併わせて謝意を表する。

## 調 査 方 法

外形の各部の長さを測定し，その長さの体長に対する回帰を各海域間で比較する。

1957 年 5 月 15 日受理

体長は尾叉長（吻端より尾叉底までの長さ）を用い，単位は cm で表わした測定した。体の部分，時期，海域，及び，測定尾数を Table 1. に示す。

**Table 1.** The measurements of body parts, areas, Date and numbers of yellowfin tuna from the Indian Ocean

| Area | $W_1$* | $W_2$ | $W_4$ | $W_5$ | Middle part of Indian Ocean[3] | Eastern part of Indian Ocean[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1°～2°30′S 54°～55°30′E | 1°30′～2°S 58°30′～59°30′E | 3°30′～4°S 65°30′～66°E | 1°30′～2°S 69°30′～70°E | 0°～4°S 66°～75°E | Southwestern Great Sunda Islands |
| Date | June 2,3,7, 14,1956 | May 30,1956 | June 22,23 1956 | June 25,26 1956 | Dec. 15,1954 ～June.14,1955 | Dec. 26,1953 ～Jun. 21,194 |
| From snout to insertion of pectoral fin | 11 | 31 | 12 | 19 | 30 | 28 |
| 〃 1st dorsal fin | 23 | 29 | 12 | 19 | 30 | 28 |
| 〃 2nd dorsal fin | 11 | 36 | 12 | 19 | 30 | 28 |
| 〃 ventral fin | 11 | 33 | 12 | 19 | 30 | 28 |
| 〃 anal fin | 11 | 36 | 12 | 19 | 30 | 28 |
| Depth | 19 | 8 | 12 | 19 | 30 | 28 |

*: cf. the author's previous report investigated on the spawning of yellowfin tuna in the western part of the Indian Ocean.

3°30′～4°S, 65°30′～66°E, の海域，及び，1°30′～2°S, 69°30′～70°E は記号を先に発表した産卵場の報告[1] と合わせるために，$W_3$, $W_4$ とせず，$W_4$, $W_5$ とした。

西部印度洋に於けるキハダマグロの形態を東部印度洋，中部印度洋と比較するために，東部印度洋で測定した鶴田の 140 尾[2] の内 28 尾を，中部印度洋で測定した平野，田川の 150 尾[3] の内 30 尾を任意抽出して用いた。併わせて Table 1. に示す。此の供試個体数 28, 30 尾は，スネデカーの供試個体数を決める式[4] $n=t^2_{0.05}s^2/(\bar{x}-m)^2$ によつて，西部印度洋の海域 $W_1$ の魚体の体長から決定した。

Table 2～8 の記号 $F$ は回帰係数と修正平均値各々の差の有意性を検定する値[4]，$F(0.05)$ は 5% 水準に於ける $F$ の値[4] を示す。

## 結果及び考察

先ず，西部，中部，東部の 3 印度洋を比較すると，吻端から臀鰭起部までの長さを除く 5 測定部の修正平均値に有意差がみられる (Table 2 column 1～2) が，吻端から第 2 背鰭起部までの長さと体高は他測定部に比し有意差が著しく小さい (Table 2 c. 1～2, row 2, 6) ので，体の後半部と体高は差がなく，前半部に著しい差があると考えられ，太平洋赤道附近と同傾向である[5]。

しかして，体の前半部を 3 印度洋相互間で比較すると，東部印度洋と中部印度洋の間には差がなく，此の 2 海域と西部印度洋の間の修正平均値に著しい差がみられ (Table 3 c. 1～2, r. 1～5)。西部印度洋より中，東部印度洋の方が特に長くなつている (Fig. 1)。

次に，西部印度洋内の 4 海域間を比較すると，吻端より

**Table 2.** Difference of regression of respective body parts on fork length for the Eastern, middle and western part of the Indian Ocean

| Parts of body | Adjusted means $F$ | Adjusted means $F'$ (0.05) | Regression coefficients $F$ | Regression coefficients $F'$ (0.05) |
|---|---|---|---|---|
| From snout to insertion of pectoral fin | 53.414 | 3.07 | 0.352 | 3.07 |
| 〃 1st dorsal fin | 84.016 | 3.07 | 0.368 | 3.06 |
| 〃 2nd dorsal fin | 11.730 | 3.07 | 0.089 | 3.06 |
| 〃 ventral fin | 81.468 | 3.07 | 0.170 | 3.06 |
| 〃 anal fin | 2.311 | 3.07 | 0.617 | 3.06 |
| Depth | 23.496 | 3.09 | 2.116 | 3.07 |

**Table 3.** Difference of regression of respective body parts on fork lengfh for respective areas in the Indian Ocean

| Parts of body | Aaea | | Adjusted means $F$ | Adjusted means $F$ (0.05) | Regression coefficients $F$ | Regression coefficients $F$ (0.05) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| From snout to insertion of pectoral fin | M* | E* | 0.343 | 4.02 | 0.585 | 4.02 |
| | ME | W* | 132.814 | 3.92 | 0.005 | 3.91 |
| 〃 1 st dorsal fin | M | E | 0.057 | 4.02 | 0.161 | 4,02 |
| | ME | W | 169.045 | 3.92 | 0.552 | 3.91 |
| 〃 2 nd dorsal fin | M | E | 0.465 | 4.02 | 0.095 | 4.02 |
| | ME | W | 22.809 | 3.92 | 0.089 | 3.91 |
| 〃 ventral fiin | M | E | 0.069 | 4.02 | 0.006 | 4.02 |
| | ME | W | 163.919 | 3.92 | 0.363 | 3.91 |
| Depth | M | E | 3.429 | 4.02 | 2.620 | 4.02 |
| | ME | W | 40.032 | 3.94 | 0.022 | 3.92 |

*M: Middle part os the Indian Ocean
E: Eastern part of the Indian Ocean
W: Western part of the Indian Ocean which $I$ measured

**Table 4.** Differnce of regression of respective body parts on fork length for respective areas in the western parts of the Indian Ocean

| Parts of body | Adjusted means $F$* | Adjusted means $F$ (0.05) | Regression coefficients $F$** | Regression coefficients $F$ (0.05) |
|---|---|---|---|---|
| From snout to insertion of pectoral fin | 5.350 | 2.75 | 1.485 | 2.75 |
| 〃 1 st dorsal fin | 1.482 | 2.72 | 1.799 | 2.72 |
| 〃 2 nd dorsal fin | 1.170 | 2.74 | 0.516 | 2.74 |
| 〃 ventral fin | 12.971 | 2.74 | 0.197 | 2.74 |
| 〃 anal fin | 2.152 | 2.72 | 0.028 | 2.74 |
| Depth | 5.482 | 2.79 | 0.509 | 2.79 |

* $F_m=(\mathrm{Sdy}\cdot x_a{}^2-\mathrm{Sdy}\cdot x_n{}^2)(\mathrm{d.f.}_n-1)/\mathrm{Sdy}\cdot x_n{}^2\cdot\mathrm{d.f.}_g$[4)]

** $F_c=(\mathrm{Sdy}\cdot x_n{}^2-\Sigma\,\mathrm{Sdy}\cdot x_i{}^2)\Sigma\,\mathrm{d.f.}_i/\Sigma\mathrm{Sdy}\cdot x_i{}^2\cdot\mathrm{d.f.}_g$[4)]

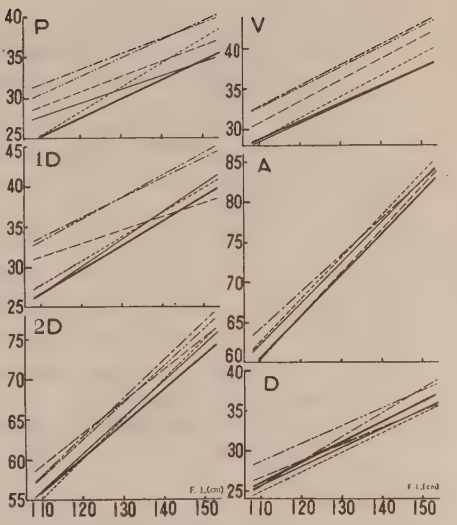



**Fig. 1** Difference of regression of respective body parts on fork length for respective areas in the Indian Ocean.
$W_1$ —— $W_4$ - - - M -·-·-
$W_2$ ═══ $W_5$ ------ E -··-··-
P: From snout to insertion of pectoral fin
V: Form snout to insertion of ventral fin
1 D: 〃 snout to insertion of 1 st dorsal fin
A: 〃 snout to insertion of anal fiin
2 D: 〃 snout to insertion of 2 nd dorsal fin
D: Depth

**Table 5.** Difference of regression of length from snout to insertion of pectoral fin on fork length for respective areas in the western parts of the Indian Ocean

| Areas | | Adjusted means $F$ | Adjusted means $F$ (0.05) | Regression coefficients $F$ | Regression coefficients $F$ (0.05) |
|---|---|---|---|---|---|
| $W_4$ | $W_1$ | 8.090 | 4.08 | 0.097 | 4.08 |
| $W_4$ | $W_5$ | 1.778 | 4.20 | 2.698 | 4.21 |
| $W_2$ | $W_5$ | 10.157 | 4.21 | 0.885 | 4.22 |
| $W_2$ | $W_1$ | 2.858 | 4.08 | 0.738 | 4.10 |
| $W_1$ | $W_5$ | 2.342 | 4.20 | 5.448 | 4.05 |

第 1 背鰭起部までの長さは，回帰係数が，有意性こそないが，他海域より特に大きく (Table 4 c. 3～4, r. 2)，吻端より胸鰭起部までの長さ，吻端より腹鰭起部までの長さ，及び，体高は修正平均値に有意差があり (Table 4 c. 1～2, r. 1, 4, 6)。体の前半部と体高は海域により著しい差がある。

しかして，体の前半部と体高を 4 海域の海域相互間で比較すると，体高は差はないが，体の前半部は海域

**Table 6.** Difference of regression of length from snout to insertion of ventrol fin on fork length for respective areas in the westorn parts of the Indian Ocean

| Areas | | Adjusted means | | Regression coefficients | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *F* | *F* (0.05) | *F* | *F* (0.05) |
| $W_4$ | $W_5$ | 12.695 | 4.20 | 0.327 | 4.21 |
| $W_5$ | $W_2$ | 4.518 | 4.21 | 0.387 | 4.22 |
| $W_2$ | $W_1$ | 0.009 | 4.07 | 0.005 | 4.08 |

**Table 7.** Difference of regression of length from snout to insertion of ventral fin on fork length for two areas in the western parts of the Indian Ocean

| Areas | | Adjusted means | | Regression coefficients | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *F* | *F* (0.05) | *F* | *F* (0.05) |
| $W_1, W_2, W_5$ | $W_4$ | 28.975 | 3.98 | 0.011 | 3.96 |

**Table 8.** Difference of regression of depth on fork length for respective area in the western parts of the Indian Ocean

| Aaeas | | Adjusted means | | Regression coefficients | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *F* | *F* (0.05) | *F* | *F* (0.05) |
| $W_2$ | $W_4$ | 1.222 | 4.20 | 1.262 | 4.21 |
| $W_4$ | $W_1$ | 0.265 | 4.45 | 0.238 | 4.49 |
| $W_1$ | $W_5$ | 2.473 | 4.26 | 0.040 | 4,28 |

$W_4$ のみが海域 $W_1$, $W_2$, $W_5$ より著しく長い (Table 5～8, Fig. 1)。

そこで，西部印度洋内の各海域と中，東部印度洋とを比較すると，体の後半部と体高は各海域相互間に全く差がないが，体の前半部は著しい差があり，中部印度洋と東部印度洋が長く，海域 $W_1$, $W_2$, $W_5$ が短く，海域 $W_4$ は此の両者の中間の長さを呈している (Fig. 1)。

しかるに，東西間でみると海域 $W_4$ は海域 $W_1$, $W_2$ と海域 $W_5$ の間にあって東部印度洋とは海域 $W_5$ によって隔絶されて居り，南北間でみると海域 $W_4$ は 3°S 以南，海域 $W_5$ は 2°S 以北，平野，田川の中部印度洋は此の両海域にわたつている (Table 1)。

又，体長も 3°S 以南の方が以北より長い[1]。

従つて，中部印度洋の魚体の大部分が 3°S 以南の魚体であるかどうかは不明であるが，体の前半部の長さも，此の 3°S 附近を境にして異つて居り，以北の魚体より以南の魚体の方が長く，以南の魚体より 10°S 線の東部印度洋の魚体の方が長いものと考えられる。

## 文　献


1) 中込淳：キハダマグロの西部印度洋に於ける産卵について，昭和32年度日水会年会にて要旨報告，(1957).
2) 鶴田三郎：水産講習所研究報告，**4** (3), (1955).
3) 平野修・田川昭治：水産講習所研究報告，**6** (1), (1957).
4) 畑村又好・津村善郎・奥野忠一・田村祐輔："スネデカー統計的方法 下"，岩波書店，東京，(1954), pp. 311～322, 445.
5) 檜山義夫・鈴健一：太平洋赤道水域産キハダの形態について，昭和 32 年度日水会年会にて要旨報告，(1957).

# キハダ, メバチ, クロカワのカロリン, マーシャル諸島附近における游泳層の季節変化—II.
## 水温垂直分布の季節変化との関係

中込淳
(神奈川県水産試験場)

# On the seasonal Variation of Swimming Layers of Yellowfin Tuna, Big Eyed Tuna and Black Marlin in the Area of Caroline and Marshall Islands—II. Relation between Seasonal Variation of Swimming Layer and Vertical Distribution of Water Temperature

Jun Nakagome

Data on the swimming layer were quoted from the author's previous report, and those on the vertical distribution of water temperature in the areas B and C (Fig. 1) were obtained from the investigations by the "Sagamimaru", the former research boat of the Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, the "Nachimaru", the research boat of the Wakayama Pref. Fish. Exp. Stat. and the "Iwatemaru", that of the Iwate Pref. Fish. High School.

Records on the surface water temperature and rate-of-catch of black marlin in area A have been obtained from the investigations by the Kanagawa Pref. Fish. Exp. Stat. and the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory.

Data on the vertival distribution of water temperature and rate-of-catch of black marlin in the area of Lat. 10°—30°N., Long. 125°—135°E. were quoted from the report by Ueyanagi[10].

The variation of swimming layers of yellowfin tuna and big eyed tuna is not concerned with the variation of water temperature. Therefore, it is supposed that the swimming layer of the fish above mentioned would be independent on the water temperature.

The shoal of black marlin distributes mostly in the habitat layer of 24°—25°C., and its swimming layer changes seasonally with the vertical removal of water temperature. But the vertical transition of swimming layer is less than that of water temperature from the reasons when the habitat layer comes up nearer to the surface the shoal swims in most cases in the under layer of 22°—24°C., and when the layer of 24°—25°C. goes down nearer to the bottom the fish remain mostly to the upper layer of 25°—27°C..

The better fishing rate of black marlin would be evaluated if we could estimate its swimming layer from the phenomena above mentioned.

## 緒言

著者は先にキハダ *Neothunnus macropterus*, メバチ *Parathunnus sibi*, クロカワ *Makaira mazara* の游泳層の季節変化について報告した[1]。その後，これらの游泳層と水温垂直分布の各季節変化の関係を調べたところ，興味ある結果を得たので，ここに報告する。発表に当り，御指導下さつた東京水産大学吉原友吉先生，御指導，御鞭撻下さつた神奈川県水産試験場永井三夫場長に対し，衷心より謝意を表する。

## 資料及び方法

各海域は Fig. 1 の記号で表わす。

1957 年 8 月 31 日受理

各魚種の游泳層の季節変化は前報告[1]より引用し，海域B，Cの各月の水温垂直分布は，旧相模丸[2][3][4][5]，那智丸[6][7]，岩手丸[8]の報告を整理して用い (Table 1.)，海域Aのクロカワの釣獲率（釣 100 本に対する漁獲尾数)[9] と平均表面水温は，三崎港については神奈川県水産試験場，焼津，東京港については南海区水産研究所で調査し，神奈川県水産試験場で整理した資料*1より算出した (Table 2)。

又，10°～30°N, 125°～130°E の海域の緯度に対するクロカワの釣獲率と水温垂直分布は上柳の報告[10]より引用した。

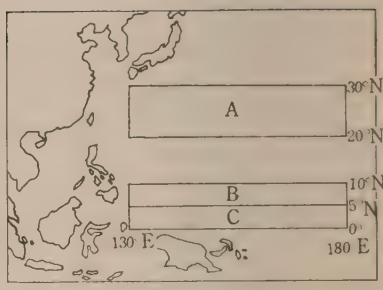



**Fig. 1.** Sections of the fishing ground

**Table 1.** Number of stations where water temperature was observed

| Area of 0°～5°N, 130°～180°E | | | Area of 5°～10°N, 130°～180°E | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Year and month | | Number of stations | Year and month | | Number of stations |
| Jan. f | 1956 | 16[7] | Feb. f | 1954 | 15[6] |
| Jan. l | 1953 | 12[6] | Feb. | 1951 | 22[4] |
| Feb. | 1951 | 28[4] | Mar. | 1953 | 10[6] |
| Mar. f | 1956 | 1[10] | May | 1951 | 9[4] |
| Mar. | 1956 | 1[10] | July | 1951 | 41[4] |
| Mar. l | 1956 | 1[10] | Aug. f | 1952 | 18[5] |
| May | 1951 | 27[4] | Oct. | 1951 | 10[4] |
| June | 1952 | 4[5] | Oct. l | 1951 | 11[4] |
| July | 1955 | 1[8] | Dec. f | 1952 | 1[6] |
| Sept. | 1955 | 1[9] | Dec. l | 1955 | 2[7] |
| Oct. | 1951 | 4[4] | | | |
| Dec. | 1952 | 3[5] | | | |

l: later period
f: former period

**Table 2.** Size of sample (number of trips) used for calculation of hooked-rate and of mean surface water temperature in the area of 20°～30°N. and 130°～180°E.

| Month \ Year | Size of sample 1954 | 1955 | 1956 |
|---|---|---|---|
| Jan. | 24 | 25 | 38 |
| Feb. | 37 | 16 | 32 |
| Mar. | | 16 | 16 |
| Apr. | 43 | 41 | 5 |
| May | 41 | 53 | 6 |
| June | 12 | 25 | 7 |
| July | | 1 | |
| Aug. | | | |
| Sep. | 2 | | 1 |
| Oct. | | | 6 |
| Nov. | 7 | 4 | 11 |
| Dec. | 20 | 4 | |

## 結果及び考察

釣獲率と表面水温の関係を，表面水温に季節変化のみられる海域Aのクロカワを用いて求めると，Fig. 2. Table 3. に示したように両者の間には密接な関係がみられる。又，上柳の図 Fig. 3[10] においても，22°～26°C の水温層に魚群が主に分布しているものとすれば，この水温層の分布とクロカワの釣獲率の間には密接な関係がみられる。

従って，釣獲率が魚群の分布密度を表わすものとすれば，魚群の分布と水温との間には関係があるものと考えられる。

そこで，キハダ，メバチ，クロカワの游泳層の季節変化と水温垂直分布の季節変化を比較する。

まず，海域B, Cの各月の水温垂直分布を年に無関係に1月から12月迄表わし，等温線を画くと Fig 4. 5 のようになる。

この海域Bの水温は太陽の高度と関係があり，太陽がこの海域の真上にある春季と秋季に水温が上昇し，

*1 資料は神奈川県水産試験場にある。

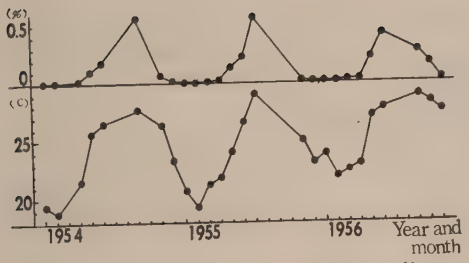



**Fig. 2.** The hooked-rate of black marlin and mean surface water temperature in the area of Lat. 20°～30°N, Long. 130°～180°E.

**Table 3.** Correlation coefficient on the level of significance of 0.001

| Correlation coefficient | Correlation coefficient on the level of significance of 0.001 |
|---|---|
| 0.537 | 0.496 |

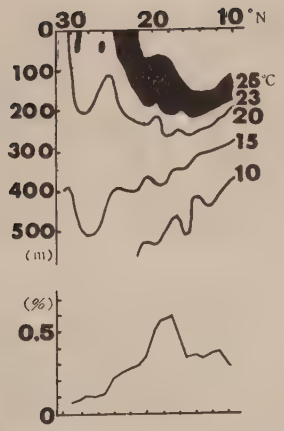



**Fig. 3.** The hooked-rate of black marlin (lower half) and vertical distribution of water temperature along meridian (upper half) in the area of Lat. 10°—30°N, Long. 125°—135°E.[10]

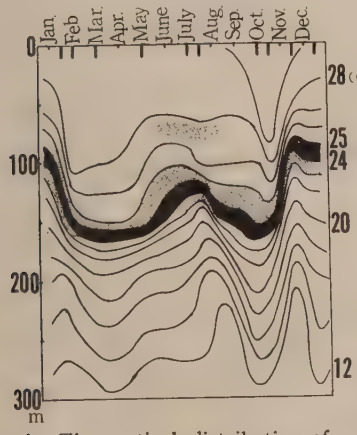



**Fig. 4.** The vertical distribution of water temperature and of black marlin in the area B (Lat. 5°—10°N., Long. 130°—180°E.)
Black part; the most abundant layer of black marlin
Faint part; the comparatively abundant layer of black marlin
Heavy marks on the surface line; Positions of the observations

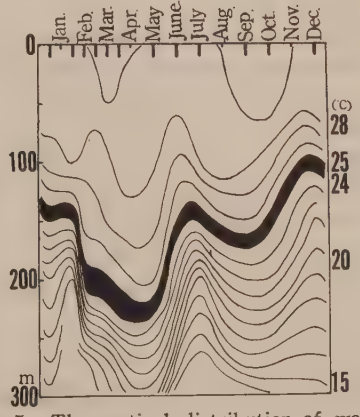



**Fig. 5.** The vertical distribution of water temperature in the area C (Lat. 0°—5°N., Long. 130°—180°E.)
Black part; the layer between 24°C and 25°C
Heavy marks on the surface line; Positions of the observations

太陽が北又は南斜めにある夏季と冬季に降下し，しかして夏季より冬季の方が降下している。

これに対し，海域Cでは夏季から秋季にかけては稍々水温が高い程度でそれ程異っていないが，春季には特に水温が著しく上昇している。

魚群の游泳層の季節変化と水温垂直分布の季節変化を同一円グラフに画き Figs. 6～8 を得る。即ち，キハダ，メバチの游泳層の季節変化は海域B，Cのいずれの水温垂直分布の季節変化にも一致せず (Fig. 6, 7)，クロカワの游泳層の季節変化は海域Bの 24°～25°C の水温層の季節的上下変化と一致する (Fig. 8)。

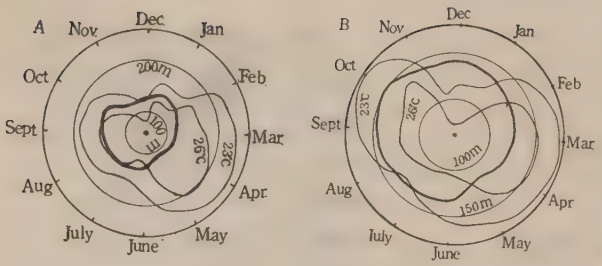



**Fig. 6.** The relation between the variation of swimming layer of yellowfin tuna and water temperature.
Thin lines; isothermal lines of water temperature
Thick line; swimming layer
A; area of 0°–5°N., 130°–180°E.
B; area of 5°–10° N., 130°–180°E.

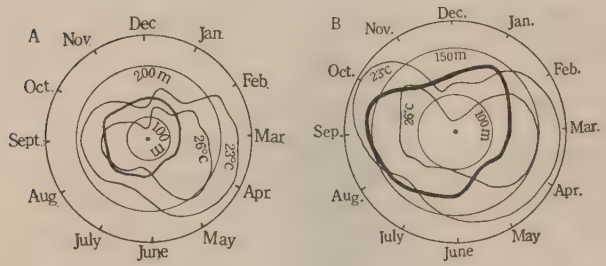



**Fig. 7.** The relation between the variation of swimming layer of big eyed tuna and water temperature.
Thin lines, thick lines, A and B; cf. Fig. 6.

従つて，キハダ，メバチの游泳層の季節変化は水温の変化によつて惹起されるのではなく，クロカワは 24°～25°C の水温層に主に分布し，水温層の上下変化に従つて魚群の游泳層が季節変化するものと考えられる。

但し，クロカワが，24°～25°C の水温層が 120 m 以深に降下する時はその上層の 23°～26°C の水温層にもかなり分布し，120 m 以浅に上昇するとその下層の 23°～24°C の水温層にもかなり分布する。従つて游泳層の上下移動は水温層の上下移動より深浅距離が小さく，多少は順応性があるように思われる。

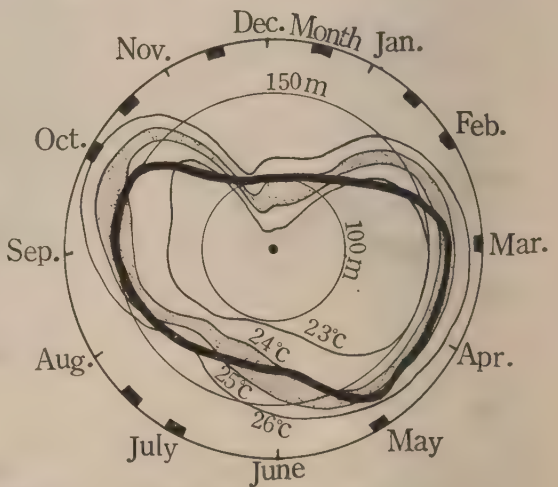



**Fig. 8.** The relation between the variation of swimming layer and water temperature in the area of 0°—5°N., 130°—180°E.
Thin lines and thick line, cf. Fig. 6.

## 文　献


1) 中込淳：キハダ，メバチ，クロカワのカロリン，マーシャル諸島附近における游泳層の季節変化—I，游泳層の季節変化について，本誌，**23** (9)，188.
2) 野村俊造：神奈川県水試業務報告，昭和 26 年度，p. 4，1952.
3) 古谷清：〃，昭和 27・28 年度，pp. 8～9，1955.
4) ———：〃，(その 2)，昭和 29 年度，pp. 6～7，1956.
5) ———：〃，(II)，昭和 30 年度，p. 12，1957.
6) 徳重博，小川文吉：南方鮪漁業試験調査報告，昭和 29 年第 1，2 次航海，和歌山水試，1955.
7) 高原正，岡田徳之助，小川文吉：南洋鮪漁業試験調査報告，昭和 30 年度，No. 4，和歌山水試，1956.
8) 飯塚和夫，青沼巌他：南洋鮪漁業試験調査報告，昭和 30 年度，No. 2，岩手水試，1955.
9) 鮪漁業研究会，神奈川県水試，南海区水研：鮪漁業，1～14，鮪漁業研究会，1953～1957.
10) 上柳昭治：本誌，**19** (11)，1954.

# キハダ, メバチ, クロカワのカロリン, マーシャル諸島附近における游泳層の季節変化—Ⅲ. 釣獲率の季節変化との関係

中込 淳
(神奈川県水産試験場)

# On the seasonal Variation of Swimming Layers of Yellowfin Tuna, Big Eyed Tuna and Black Marlin in the Area of Carolin and Marshall Islands—III. On the Relationship between Seasonal Variation of Swimming Layer and Rate-of-catch

Jun Nakagome

Data on the swimming layer were quoted from the author's previous report and those on the rate-of-catch of yellowfin tuna in the area C, of big eyed tuna in the areas $c_1$, $c_2$, $c_3$ and of black marlin in the areas A and C have been obtained from the investigations by the Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station and Nankai Regional Fisheries Research Laboratory.

The variation of rate-of-catch of yellowfin tuna and big eyed tuna is presumably correlated with that of swimming layer; when the depth from the surface to the swimming layer is shallower, the rate-of-catch is high, when it is deeper, the rate is low.

In the case of black marlin the correlation is vice versa; in the shallower swimming layer, the rate is low, in the deeper one, it is high.

The shoal of black marlin migrates seasonally between the northern and southern areas owing to the variation of water temperature. The rate-of-catch of the species is more considerably affected by the migration of a shoal than by the variation of swimming layer.

The better fishing rate would be evaluated if we could estimate its swimming layer from the phenomena above mentioned.

## 緒 言

著者は, 先に, キハダ *Neothunnus macropterus*, メバチ *Parathunnus sibi*, クロカワ *Makaira mazara* のカロリン, マーシャル諸島付近における游泳層の季節変化, 及び, これと水温垂直分布の季節変化との関係について報告した[1)2)]。その後, 更に, 釣獲率 (鈎 100 本に対する漁獲尾数) の季節変化との関係について調べたところ, 興味ある結果を得たので, ここに報告する。

発表に当り, 御指導下さつた東京水産大学吉原友吉先生, 発表を許され, 御指導, 御鞭撻下さつた神奈川県水産試験場永井三夫場長に対し, 衷心より謝意を表する。又, 英文摘要等の作稿に当り, 御指導下さつた東京水産大学妹尾次郎先生に, 併わせて謝意を表する。

## 資料及び方法

海域は Fig. 1 の記号をもつて表わす。游泳層の季節変化は前報告[1)] より引用した。

キハダの海域 C, メバチの海域 $c_1$, $c_2$, $c_3$, クロカワの海域 A, C の釣獲率は, 三崎港については神奈川

1957 年 8 月 13 日受理

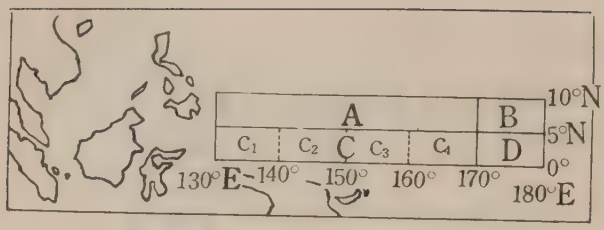



Fig. 1. Sections of fishing ground.

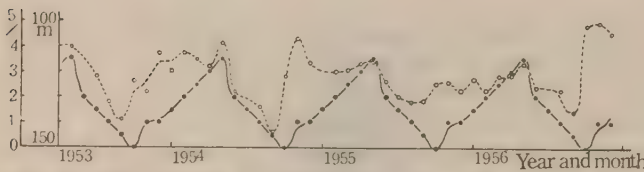



Fig. 2. The seasonal variation of hooked-rate in the area C and swimming layer of yellowfin tuna in the areas A—D.
····: hooked-rate ——: swimming layer

県水産試験場，焼津，東京港については南海区水産研究所で調べ，神奈川県水産試験場で整理した資料* より算出した。

### 結果及び考察

キハダについて，游泳層の季節変化と釣獲率の季節変化を比較する。この海域のキハダの釣獲率は A, B, C, D 各海域で非常に異つている[3]。しかし，游泳層を調査した資料は海域Aの資料が 3，AからCにわたるものが 1，A～D 4 海域にわたるものが 1，Cが 13 で，海域Cの資料が殆んどを占めているので，海域Cの釣獲率を対応させる。

結果は Fig. 2 のようになる。即ち，游泳層が最浅部にある晩春に釣獲率が最も高く，游泳層が最深部にある秋季に釣獲率が最も低く，両者同傾向の季節変化をしている。但し，釣獲率は，游泳層が最深部にある 10 月より 1 ケ月前の 9 月に最低となり，10 月から 12 月にかけて急激に上昇の途上にある 12，1 月には既に高率になつて安定し，游泳層が最浅部に到る迄この高率を続けている。

次に，この海域のメバチの釣獲率は 5°N 以北と以南，又，経度によつてもかなり異つている[3]。しかし，游泳層を調査した資料は 5°N 以北が 3，以南が 13，両海域にわたつているものが 2 で，5°N 以南の資料が殆んどを占めている。又，5°N 以南の海域を経度 10° 毎で区劃した場合，資料の殆んどが $c_1$～$c_3$ であり，又，DはC海域と変化の傾向が異る。そこで，海域 $c_1$, $c_2$, $c_3$ の釣獲率を対応させる。

結果は Fig. 3 に示すように，游泳層がかなり浅層にある 11，12 月に釣獲率が高く，1 月に游泳層が深層に移ると釣獲率は低下し，後，5 月にかけて，游泳層が次第に上昇するに従い釣獲率も上昇し，10 月にかけて降下するに従い低下している。

従つて，キハダとメバチは同傾向で，游泳層が浅くなると釣獲率は高くなり，游泳層が深くなると釣獲率は低くなり，釣獲率の変化が游泳層の変化に大きく影響されていると考えられる。

クロカワの釣獲率も A, B, C, D 各海域で異るが，前報告[2]において游泳層の季節変化と水温垂直分布が一致したので海域Aの釣獲率を対応させる。又，海域Aと同水温層に主に魚餌が分布しているものと考えて，海域Cの游泳層を推定し，海域Aと同様に対応させる。

まず海域Aでは，游泳層が 150 m 付近にまで降下する春季と秋季に釣獲率が高く，120 m 付近に上昇する夏季，及び 100 m 付近に上昇する冬季に釣獲率が低くなつており，海域Cでは，游泳層が 150m 付近にある秋季に釣獲率が高く，100 m 付近に上昇する冬季に低く，220 m 付近迄降下する春季は高いか或は中程度の釣獲率を示している (Fig. 4)。即ち，クロカワは，キハダ，メバチと逆に游泳層が浅い時に釣獲率が低く，游泳層が深い時に高く，海域Cの1954, 1956 年の春季のみ例外となつている。

この海域Cの春季の釣獲率が秋季と同様の高率を示さないのは，春季，游泳層が 220 m 迄降下するため，餌の深さから著しく離れて，魚群が釣獲対象になりにくくなるために生じた現象と考えられる。

* 資料は神奈川県水産試験場にある。

さて，海域 A，C において，冬季に釣獲率が低いのは，水温の降下にともない，魚群が水温の高い赤道以南の海域に去り，一方，海域 A において夏季釣獲率が低いのは，水温の降下にともない，魚鮮がこの海域を通り過ぎて水温の更に高い北方海域に洄游し去り，共に絶対量の減少したことを意味していると考えれば，クロカワの南北季節洄游説[4]とも一致し，上述した游泳層の季節変化と釣獲率の季節変化との関係を裏付けることが出来る。

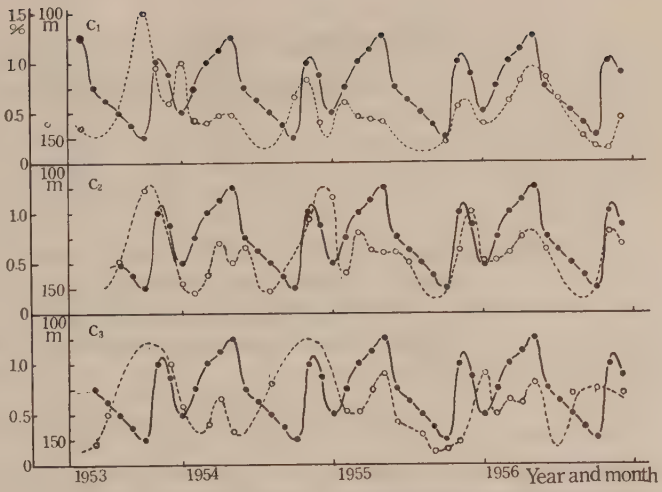



**Fig. 3.** The seasonal variation of hooked-rate in the areas $c_1$, $c_2$, $c_3$ and swimming layer of big eyed tuna in the areas A—D.
····: hooked-rate ——: swimming layer
$c_1$; area of 0—5°N., 130—140°E. $c_2$; 140—150°E.
$c_3$; 150—160°E.

従つて，海域 C の春季の釣獲率が高くないのは游泳層の変化によつて惹起されたものであり，海域 A，C の冬季の釣獲率の低下は魚群の洄游現象によつて惹起されたものであり，海域 A の春季と秋季，海域の秋季の釣獲率は，游泳層と魚群の洄游の両方の影響を受けているものと考えられる。しかし，游泳層の変化によつて受ける影響よりは，絶対量を左右する洄游現象によつて受ける影響の方が大きい。

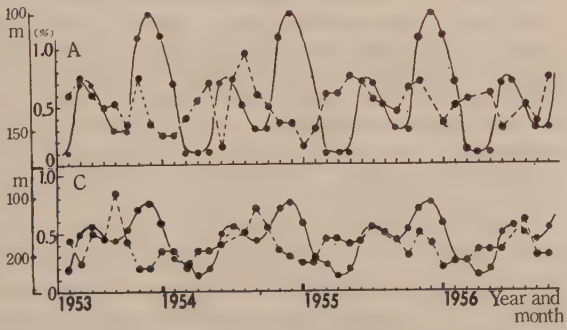



**Fig. 4.** The seasonal variation of hooked-rate in the areas A & C and swimming layer of black marlin in the areas A—D.
····: hooked-rate ——: swimming layer
A; area of 5—10°N., 130—170°E.
C; area of 0—5°N., 130—170°E.

## 摘　　要

キハダとメバチの釣獲率の変化は游泳層の変化に大きく影響される。

クロカワは，水温に敏感なため南北季節洄游現象を起し，釣獲率の変化は游泳層の変化と洄游現象の両方の影響を受けるが，むしろ，洄游現象によつて受ける影響の力が大きい。

## 文　　献

1) 中込淳：キハダ，メバチ，クロカワのカロリン，マーシャル諸島付近における游泳層の季節変化—Ⅰ，游泳層の季節変化について，本誌，**23** (9)，518．1957.
2) ———：同　上　Ⅱ，水温垂直分布の季節変化との関係について，本誌，**24** (3)，170．1958.
3) 鮪漁業研究会，神奈川県水試，南海区水研：鮪漁業 1～41，鮪漁業研究会，1953～57.
4) 野村俊造：神奈川県水試業務報告（その 1），昭和 29 年度，p. 50，1955.

# 胃の内容物から見たブリの食性—I.
## 食餌構成種とその季節的変化

三 谷 文 夫
(京都大学農学部水産学教室)

# Feeding Habits of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Caught in Wakasa Bay, the Japan Sea, Based on its Stomach Contents—I. Food Elements and their Seasonal Variation.

Fumio Mitani
(Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru)

This report is of some feeding habits, one of the several results brought about by the author in his yellow-tail investigations.

The stomach contents of the 107 yellow-tails, which were caught mainly by trap-nets and angling in Wakasa Bay, the Japan Sea, from December of 1956 to November of 1957, are analysed qualitatively and quantitatively with a view to clarifying the food elements and their variations with the four seasons.

Among the stomach contents have been found 12 different fish species, 1 species of the squid (family Ommastrephidae) and 1 species of Schizopoda (family Mysidae). The food elements of major importance to the fish include horse mackerel (*Trachurus japonicus*), anchovy (*Engraulis japonica*), pilchard (*Sardinops melanosticta*) and common squid (*Ommastrephes sloani pacificus*), as shown in Figs. 1 and 2. Those of secondary importance consist of cardinal fish (*Apogon semilineatus*), red porgy (*Chrysophrys major*), snapper (*Parapristipoma trilineatum*), silver perch (*Leiognathus nuchalis*), barracuda (*Sphyraena japonica*), chub mackerel (*Scomber japonicus*), puffer (*Fugu niphobles*), porgy (*Argyrops bleckeri*), and stargazer (*Uranoscopus japonicus*).

The present study of the stomach contents has shown an increase of the horse mackerel and a decrease of the chub mackerel either in occurence or in amount, being widely different from the results brought about by the previous investigators about twenty years ago, in the point of the former species being less and the latter one more found in the stomach contents. It is a remarkable fact that recently the catch of horse mackerel in Wakasa Bay has been little or no change, or rather a slight increase, while, in the catch of the chub mackerel in the same area, there has been a remarkable decrease, which is presumably the case with the other fishing grounds in the Japan Sea.

There may be some probable correspondence between the increase of the horse mackerel in the composition of the yellow-tail's stomach-contents and a good catch of the same species, and also between the decrease of the chub mackerel in the composition of stomach contents and a poor catch of the same species. It is found that there is such correlation between the composition of the stomach contents of the yellow-tail and the seasonal fluctuation in the catch of several fishes (Fig. 2, and Fig. 3, A and B).

Judging from these facts, a qualitative and quantitative analysis of the food composition in the stomachs of large fish, such as the yellow-tail, will enable us safely to predict the relative abundance of some useful fish.

There is no marked difference in the composition between the stomach contents of the young yellow-tail and those of the adult one.

1958 年 4 月 8 日受理

## 緒　　言

ブリの食性については今までに神奈川水試 (1924—'29)[1-6], 丸川 (1935)[7], 佐々木 (1935)[8] および小西 (1935)[9] によつてそれぞれ調査されたことがある。それらによると，ブリの餌としてはカタクチイワシ *Engraulis japonica* が最も多く，次いでマイワシ *Sardinops melanosticta*・イワシ類のシラス・マサバ *Scomber japonicus* およびイカ類が主要な餌料となり，その他，マアジ *Trachurus japonicus* やアミの1種 *Neomysis sp.* など 10 数種が上げられている。そして，その後現在まで 20 数カ年間計画的にブリの食性が調査されたこともなく，その上，それらを定量的に調べた記録も見当らないようである。そこで，筆者はブリの漁業生物学的研究の一つとしてその食性について調査した。

本文に入るに先立ち，この調査研究の対象となつている若狭湾の京都府沿岸におけるブリ漁況について概要を述べておく必要があろう。ブリは回游性の著しい魚種として従来から考えられてはいるが，それでも，若狭湾において殆んど周年多少の漁獲が上げられている。勿論，季節によつて量的な変動が大きいし，また魚体の大きさの入れ替りもそれぞれの季節について複雑に行われる。すなわち，前年より引つゞく寒ブリの漁獲は2月中には終り，3・4・5・6 月はいわゆる彼岸ブリ（春ブリ）となつて魚体が一廻り小さくなり，この地方でいう“マルゴ（丸子）”（体長*) 55 cm—68 cm，体重 2.6 kg，約 700 匁—5.6 kg，約1500 匁）が主として一本釣で釣り上げられるが，また，マグロの夏定置網に入ることもある。しかし，いずれにしろ，漁獲高は寒ブリに較べるとかなり落ちる。7・8・9 月は以上のような比較的大型のものは殆んど全く沿岸からは姿を消し，入れ替つて幼・若年魚，すなわち，イナダ（体長 20 cm 前後，体重 90 g，約 24匁前後）やハマチ（体長 30 cm —50 cm，体重 380 g，約 100 匁—1800 g，480 匁）が沿岸の定置網に押し寄せる。10月になると秋網が入れられ再びマルゴが獲れ始め，11 月も半ばを過ぎるとそろそろ大型の本ブリが入網し，当湾においてブリ漁の主体となる寒ブリの漁期に入る。

以上のような背景の下に，第1報においてはブリの胃内容物を構成している生物の種類とその季節的変化について述べ，それに若干の考察を加えた。取扱つた材料は 1956 年 12 月から 1957 年 11 月までの満1カ年間に若狭湾で漁獲された 221 尾のブリの胃袋である。しかし，この中には殆んど完全に空虚なのも非常に多く，何らかの内容物が存在し，かつ，その種名が同定できたものは 107 尾分であつた。したがつて，実質的には 107 個の胃袋についてその内容物を調査した。資料の蒐集に当つては同時に多数の個体を採取することをさけて（その理由は同時に漁獲されたものは殆んど凡て同一の餌を喰べていたから），1回につき数尾ずつとし，また，ほぼ1週間毎に採取するよう計画した。そして，胃袋を採取した魚体は体長 16.0 cm（体重 60 g，約 16 匁）から 94.0 cm（12.75 kg，3400 匁）までの大きさの範囲にわたつている。

稿を進めるに当り，この研究に絶えずご指導とご激励を賜わつた当教室松原喜代松教授ならびに貴重な文献を貸与された神奈川県水産試験場渡辺博之技師に対し深甚の謝意を表する。なお，この研究に要した経費の一部は文部省科学研究費（各個研究）によつた。記して感謝の意を表する。

### 食餌構成種の出現回数

胃の内容物を見ると全体が単一種で占められていることも多いが，その反対に，数種類のものから構成されていることもかなり多い。その種類および量は季節によつてかなりの相違は認められるが，いま，1年間を通じて見た各構成種の出現回数を調べ，全出現回数に対する各構成種の出現回数の比を百分率で表わして図示したものが Fig. 1 である。Fig. 1 を見れば最もしばしばブリの餌料となる魚種の順位を知ることができる。

Fig. 1 にしたがつて出現回数の多いものから順に列挙していくと，マアジ（107 尾中 56 尾に出現，以下同様）・カタクチイワシ（30 尾）・マイワシ（25 尾）・ネンブツダイ *Apogon semilineatus*（13 尾）・スル

*) この研究において，体長は凡て尾叉長 (Fork length) をとつている。すなわち，吻端から尾鰭の切れ込みまでの長さ。

メイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (11尾)・イワシ類（7尾，消化がやや進んでいるため種の査定が困難なイワシ類をこの中に一括した)・ヒイラギ *Leiognathus nuchalis nuchalis* (7尾)・イサキ *Parapristipoma trilineatum* (4尾)・マダイ *Chrysophrys major* (3尾) となつており，その他に，マサバ・ヤマトカマス *Sphyraena japonica*・ミシマオコゼ *Uranoscopus japonicus*・クサフグ *Fugu niphobles*・タカサゴダイ *Argyrops bleekeri*・アミの1種 *Neomysis sp.* および甲殻類の1種を捕食していたものは各々1尾ずつとなつている。これらの魚種のうちには，ミシマオコゼ（底棲性魚類）のように入網後に捕食したと思われるものもあるようである。なお，胃の中にはしばしばホンダワラ類 *Sargassum spp.*・わら屑・網糸の切れ端あるいは小石などが入つているが，これらは入網中に無意識的に呑み込んだものと思われる。また，魚鱗だけが多量に胃中に残されているものがあるが，これは骨と共に不消化物として最後まで残されていたものであろう。

また，幼魚と成魚とによる構成種の相違は調査した体長の範囲内では殆んど認められなかつた。例えば，体長 20 cm のイナダでも盛んに小形のカタクチイワシやマアジを捕食しており，成魚のそれと何ら異なる所はなかつた。

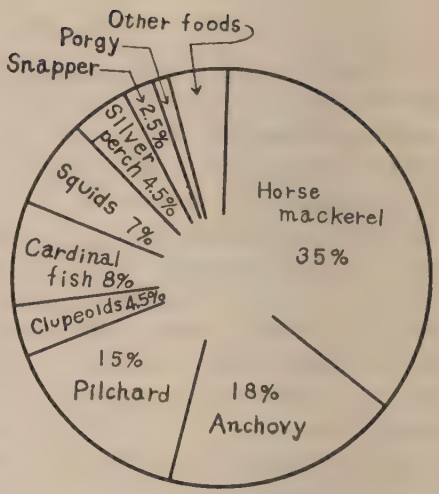



**Fig. 1.** Comparative importance in weight percentage of occurence of the major food elements in the yellow-tail stomach.
Horse mackerel, *Trachurus japonicus*; Anchovy, *Engrauls japonica*; Pilchard, *Sardinops melanosticta*; Cardinal fish, *Apogon semilineatus*; Porgy, *Chrysophrys major*; Snapper, *Parapristipoma trilineatum*; Silver perch, *Leiognathus nuchalis*; Barracuda, *Sphyraena japonica*; Squid, *Ommatostrephes sloani pacificus*.

## 食餌構成種間の量的比率とその季節的変化

前節の出現回数は最もしばしばブリの餌料となる魚種の順位を与えるけれども，この割合がそのまま必ずしも量的な関係を表わすものではない。例えば，ネンブツダイは比較的多くの個体の胃袋に見出されたが，この魚種は小さいため，この1種だけで胃袋を充満させた個体は1尾も存在しなかつたし，逆に，イカ類を捕食していた個体の多くはそれだけで満腹していた。そこで，量的な面から構成種間の関係を解析して見る。

その方法として次のように考える。それぞれの胃について全内容量（重量）に対する各構成種の重量比をとつてそれを百分率で表わし，その値をそのまま各構成種の相対重量とする。例えば，ある胃の全内容量 150 g のうち，マジアが 80 g，カタクチイワシが 50 g，ネンブツダイが 20 g とすれば各構成種の相対重量は 53.3(%)，33.3(%)，および 13.4(%) となる。また，ある胃の全内容量 418 g はマイワシ1種だけで構成されていたが，この場合，マイワシの相対重量は勿論 100(%) となる。以上のような方法によつて各胃について各構成種の相対重量を計算した。そして，この1カ年の調査期間のうち，1956年12月から翌1957年2月までの3ケ月間を冬季，以後，3月から5月までを春季，6月から8月までを夏季，9月から11月までを秋季として4季に分け，各季節毎に各構成種について相対重量を総計し，それが全相対重量に対して占める割合を百分率で表わして図示したものが Fig. 2 である。すなわち，Fig. 2 は各季節毎に各構成種間の量的関係を表わしたものである。

そこで，Fig. 2 から各構成種の季節的変化を見ると，冬季にはマアジ（凡て体長 10 cm 以下の小アジ）か

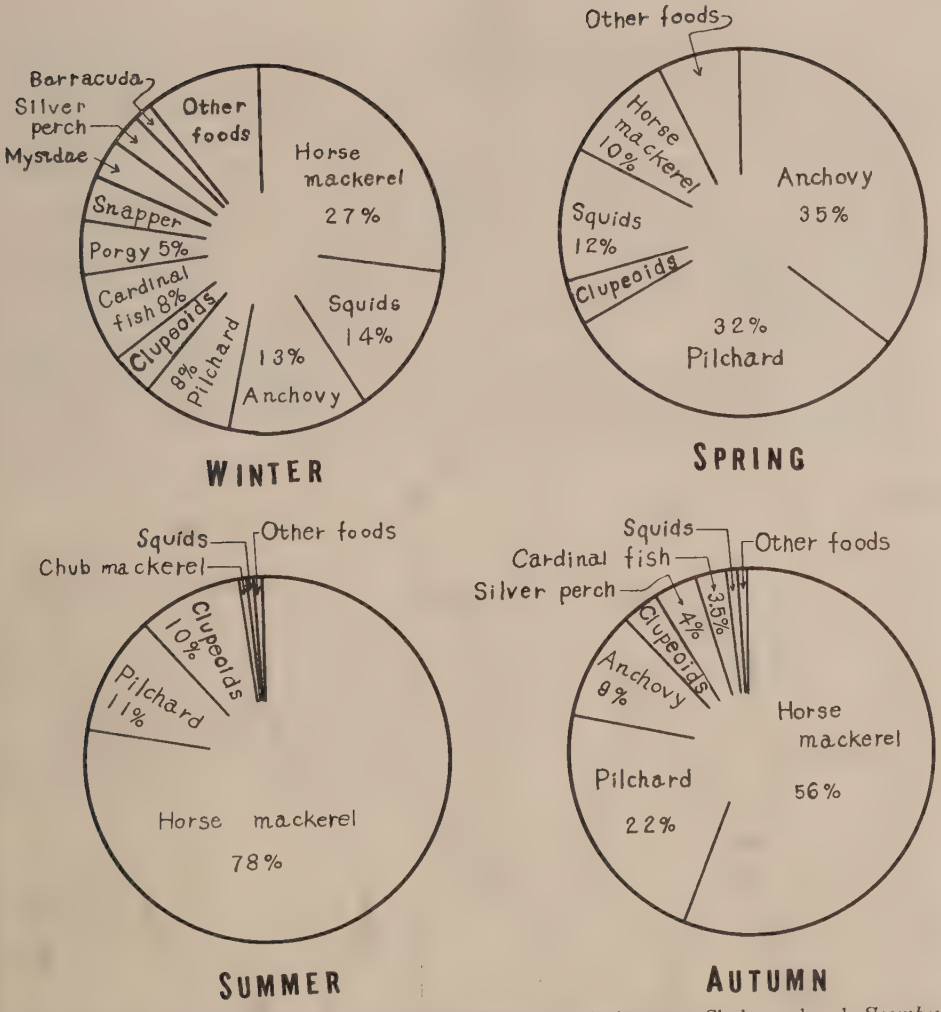



**Fig. 2.** A diagram showing the seasonal variation of food elements. Chub mackerel, *Scomber japonicus*. Scientific names of the other elements are shown in Fig. 1. Winter, three months from December of 1956 to February of 1957; Spring, March to May of '57; Summer, June to August of '57; Autumn, September to November of '57.

最も多く，次いで，イカ（スルメイカ）・カタクチイワシ・マイワシおよびイワシ類となり，これらの魚種で約 2/3 を占めていて冬季の主要な餌料となつている。その他の魚種，すなわち，ネンブツダイ・マダイ・イサキ・アミエビ・ヒイラギおよびヤマトカマスなどは捕食されることはあつても量的な面から見れば副次的なものである。春季になるとカタクチイワシとマイワシが非常に多く，これらのイワシ類だけで全体の 2/3 を占めていた。次いで，イカ・マアジその他の魚種となつて前季の冬季とその関係が逆転している。夏季と秋季とは大差なく共にマアジが圧倒的に多く，次いで，マイワシ・タカクチイワシおよびその他の魚種となつてイカ類の捕食は極めて少なかつた。

## 論議および考察

このたびの調査結果と緒言に述べた 20 数年前に行われたそれと比較して見ると，今回はアジ類がイワシ類に代つてブリの餌料として最も大きな割合を占めていることと，サバ類が殆んど見出されなかつたこととが最も顕著な相違であろう。すなわち，過去において最も主要な位置を占めていたカタクチイワシ・マイワシおよびサバ類に代つてアジ類がその位置を占めるようになつたものと考えられる。この原因について考察するに，近年，日本海々域においてもイワシ類やサバ類の急激な減少が目立つているが，アジ類には殆んど変化がなくてむしろ増加の傾向さえ示していることは上記の事実と関連があるように思われる。このような餌料生物の資源量の変動による影響は Fig. 2 に示されている各季節における食餌構成種の相互関係に鋭敏に現われている。Fig. 3, A は 1957 年度の各季節に京都府沿岸で漁獲されたマイワシ・カタクチイワシ・アジ類（大部分はマアジ）・サバ類（大部分はマサバ）およびイカ類（スルメイカが約半分）の実際の漁獲高（単位万貫）を示し，Fig. 3, B はその直前 4 カ年間（1953—'56）の各季節における平均漁獲高に対する 1957 年度の漁獲高（Fig. 3, A）の比率を百分率で表わしたものである。したがつて，Fig. 3, B は前記の各魚種について平年漁況と比較したときの 1957 年度の豊凶を示している。

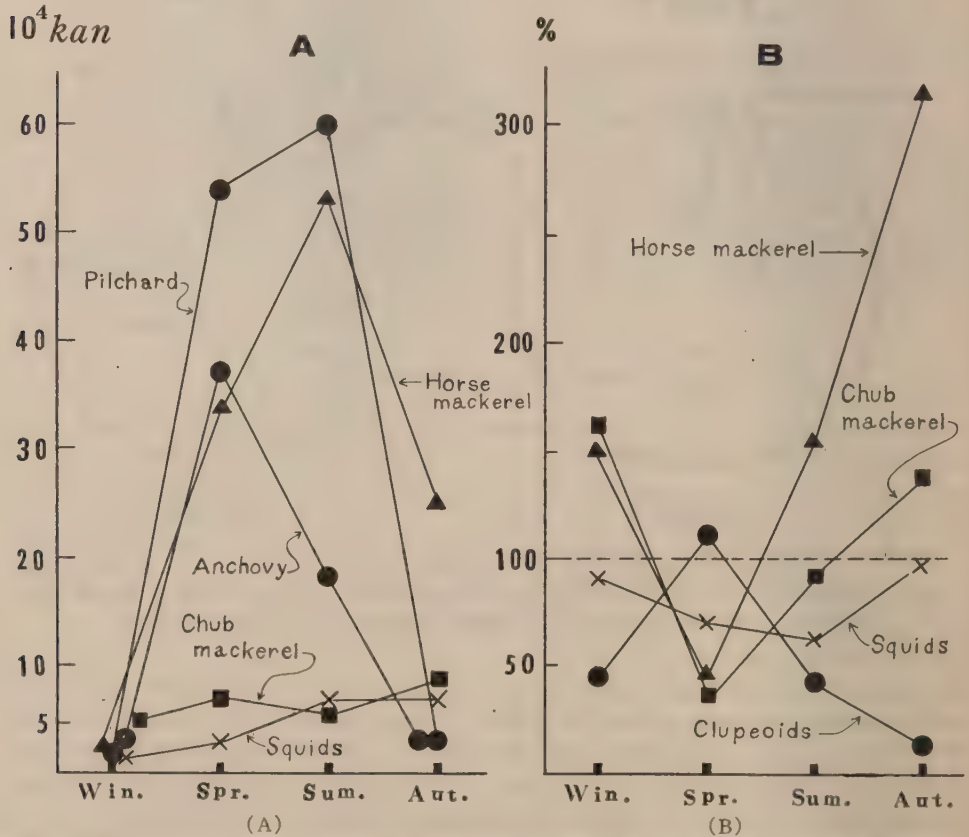



**Fig. 3.** A graph showing the seasonal fluctuation in the catch of the several fishes in Wakasa Bay during the period between December of 1956 and November of 1957. A, actual catch of 1957 in ten thousand *kan* (ten thousand *kan* = 37.5 metric tons); B, the percentage of the catch of 1957 to the average ones through the former four years (1953—'56).

そこで，Fig. 2 と Fig. 3, Aとを較べて見ると，胃の内容物を構成している割合は必ずしも漁獲高に比例はしていない。しかし，Fig. 3, B を見ると各魚種の豊凶と餌料構成種の順位とはかなりよく一致し，特に，イワシ類とアジ類との関係は明瞭である。すなわち，1957 年度の春季は若狭湾においてはアジ漁は不漁であり，その反対に，イワシ漁は比較的豊漁であつた。そして，夏・秋季にはイワシ漁が比較的不漁となつて前年同季よりも約 80 % も減少し，また，アジ類はむしろ豊漁（特に，10・11 月の両月）であつた。これらのアジ漁とイワシ漁の各季節における豊凶はそのままブリの胃の内容物の構成に反映されている。サバ類は若狭湾において近年急激に減少し，1957 年度の年間漁獲高は僅かに約 30 万貫で，豊漁だつた年，例えば 1949 年度の約 330 万貫の 1/10 にも満たない有様である。勿論，これらの漁獲高が必ずしもそのまま資源量を表わしているものではなく，漁具漁法の変遷やそれに伴う魚群の習性の変化など複雑な要因はあるけれども，比較的短い期間内においては漁獲高はその附近の海域に来游した資源量の多少をほぼ表わしているものと考えれば，上記の関係は理解されるであろう。

以上のように，餌料となる魚種の豊凶はブリの胃の内容物の構成にかなり明瞭に反映されている。したがつて，綿密にかつ組織的に各季節にわたつて主要な数種の魚種についてその胃の内容物を調査すれば，資源の総量は分らないけれども，その近海における相対的な漁況の豊凶はある程度まで推測することができようから，食性の調査は漁況の予報上，大変興味ある問題である。

## 文　　献


1) 神奈川水試：業務報告，大正 11 年度，99—102 (1924).
2) ————：同　上，大正 12 年度，113—115 (1925).
3) ————：同　上，大正 13 年度，140—146 (1926).
4) ————：同　上，大正 14 年度，176—182 (1927).
5) ————：同　上，大正 15 年度，147—150 (1928).
6) ————：同　上，昭和 2 年度，171—181 (1929).
7) 丸川久俊：定置漁業界，第 25 号，19—26 (1935).
8) 佐々木三治：同　上，95—108 (1935).
9) 小西芳太郎：同　上，260—268 (1935).

# 胃の内容物から見たブリの食性—II.
## 摂餌活動の日週変化および成長に伴う摂餌率の変化

三 谷 文 夫
(京都大学農学部水産学教室)

# Feeding Habits of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Caught in Wakasa Bay, the Japan Sea, Based on its Stomach Contents—II. Daily Change of Feeding Activity and Variation in Feeding Activity with its Growth.

Fumio MITANI
(Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru)

In the present paper the author has quantitatively analysed the feeding habits of the yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., particularly the daily change of the feeding activity and the feeding amount varying with growth, based on the stomach contents of the 262 individuals caught in Wakasa Bay, the Japan Sea, during the period from December of 1956 to January of '58. The results obtained are as follows:

1) The fish caught in the morning has more contents in the stomach than that caught in the evening. Accordingly, we may safely say that the fish has a voracious feeding activity at dawn, and has less in the daytime. The food taken by the fish in the morning may have been digested by the evening (Table 1).

2) The rate of feeding (food weight/body weight × 100) falls with varying degrees as the fish grows in the first rapidly and then gradually as shown in Fig. 1. Hence, we can presume that younger fish will become more vigorous tnan older ones for their digestion. Consequently, younger fish must be able to migrate throughout the wide region between the northern and southern areas of the Japanese waters, while older ones become so dull and slack in their activity that some of them are apt to settle within a relatively limited area. What is called "a bank shoal" may be formed in this way.

## 緒 言

筆者は第1報において若狭湾で漁獲されたブリの胃内容物の季節的変化について述べ，それを構成している魚種の量的な変動が若狭湾海域のその時の漁況を反映していること，すなわち，ブリの胃内容物の構成比率と漁況との間には，かなり密接な関係が認められることを明らかにした。そこで，第2報においては摂餌率 (rate of feeding)* を用いて，もっぱら量的な面からブリの食性を解析した。取扱った材料は 1956 年 12 月から 1958 年1月までの1年2カ月間（すなわち，第1報に用いた資料に，更にその後2カ月間の資料を加えた）に若狭湾から漁獲されたブリの胃内容物である。

1958 年 4 月 8 日受理

*) 1尾の魚が毎日摂取する餌の量をその魚の体重で除したものを日間摂餌率 (daily rate of feeding) という。すなわち，$f = \frac{w}{W} \times 100$ (%): $w$, 胃内容物の重量; $W$, 体重 (RICKER, 1946)[3]

なお，この研究をなすに当り重要なる助言を与えられ，かつ，ご激励を賜わつた京都大学松原喜代松教授に深謝の意を表する。また，この研究に要した経費の一部は文部省科学研究費（各個研究）によつた。明記して感謝の意を表する。

## 摂餌活動の日週変化

多くの定置網漁場では一般に1日のうち朝と午後ないし夕方の2回に網が揚げられる。そこで，ブリの摂

**Table 1.** Comparison of the rate of feeding between the fish captured in the morning (A) and that in the evening (B) during the three months from November of 1957 to January of '58.

A. Morning-catch

| Date | Fishing ground | No. of individs. caught by the same net | No. of specims. examined | Body length (cm) | | Body weight (g) | | Rate of feeding (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Range | Mean | Range | Mean | Range | Mean |
| Nov. 6, 1957 | Ine | 1620 | 2 | 37.0, 38.5 | 37.9 | 785, 862 | 824 | 4.45, 8.13 | 6.29 |
| Nov. 22, 1957 | 〃 | 20 | 1 | ... | 77.6 | ... | 7645 | ... | 0.13 |
| Nov. 30, 1957 | 〃 | 300—400 | 1 | ... | 82.8 | ... | 8850 | ... | 1.33 |
| Dec. 2, 1957 | 〃 | 300 | 1 | ... | 90.5 | ... | 12370 | ... | 0.12 |
| Dec. 7, 1957 | Tai | 13000 | 5 | 35.2—40.0 | 38.1 | 787—1013 | 937 | 0.00—3.50 | 2.09 |
| Dec. 10, 1957 | Ine | 5300 | 4 | 35.0—40.5 | 37.9 | 750—1088 | 9563 | 9.18—11.50 | 10.44 |
| Dec. 18, 1957 | 〃 | 20 | 1 | ... | 78.5 | ... | 7500 | ... | 0.00 |
| Dec. 21, 1957 | Tai | 1100 | 4 | 78.0—82.0 | 82.0 | 7870—9000 | 8813 | 0.38—1.83 | 0.97 |
| Dec. 24, 1957 | Ine | 240 | 1 | ... | 76.0 | ... | 8625 | ... | 1.47 |
| Dec. 25, 1957 | Niizaki | 50 | 1 | ... | 80.7 | ... | 8438 | ... | 1.71 |
| Dec. 27, 1957 | Ine | 40 | 4 | 75.0—88.5 | 81.0 | 7125—13500 | 10500 | 0.00—0.00 | 0.00 |
| Jan. 23, 1958 | 〃 | 4000 | 3 | 37.1—38.5 | 37.3 | 787—863 | 844 | 0.00—8.13 | 5.12 |
| Jan. 25, 1958 | 〃 | 38 | 2 | 78.0, 79.0 | 78.5 | 7125—7650 | 7385 | 0.12, 0.97 | 0.54 |
| | | | 30 | | | | | | Total mean 2.10 |

B. Evening-catch

| Date | Fishing Ground | No. of individs. caught by the same net | No. of specims. examined | Body length (cm) | | Body weight (g) | | Rate of feeding (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Range | Mean | Range | Mean | Range | Mean |
| Nov. 6, 1957 | Ine | 1700 | 1 | ... | 54.1 | ... | 2250 | ... | 2.22 |
| Nov. 22, 1957 | 〃 | 1000 | 2 | 46.5, 56.3 | 51.4 | 900, 2250 | 1575 | 0.00, 0.00 | 0.00 |
| Nov. 29, 1957 | 〃 | 70 | 2 | 55.3, 55.7 | 55.5 | 2400, 2440 | 2420 | 0.00, 0.00 | 0.00 |
| Dec. 2, 1957 | 〃 | 1100 | 2 | 75.0, 78.5 | 77.7 | 7200, 8625 | 7912 | 0.00, 0.18 | 0.09 |
| Dec. 8, 1957 | 〃 | 1700 | 3 | 36.5—39.2 | 37.7 | 825—956 | 937 | 0.00—1.30 | 0.72 |
| Dec. 10, 1957 | 〃 | 250 | 3 | 34.3—35.2 | 34.5 | 570—787 | 713 | 0.13—0.98 | 0.41 |
| Dec. 18, 1957 | 〃 | 10 | 1 | ... | 82.7 | ... | 9000 | ... | 0.11 |
| Dec. 21, 1957 | Naryu | 62 | 2 | 83.0, 84.0 | 83.5 | 9000, 9375 | 9187 | 0.00, 0.16 | 0.08 |
| Dec. 24, 1957 | Ine | 18 | 1 | ... | 85.5 | ... | 9750 | ... | 0.00 |
| Dec. 27, 1957 | 〃 | 45 | 3 | 81.3—81.8 | 81.4 | 8625—10500 | 9500 | 0.00—2.12 | 0.71 |
| Jan. 24, 1958 | 〃 | 223 | 3 | 73.0 80.0 | 77.6 | 6375—8625 | 8810 | 0.00—0.00 | 0.00 |
| Jan. 27, 1958 | 〃 | 80 | 1 | ... | 77.5 | ... | 8250 | ... | 2.92 |
| | | | 24 | | | | | | Total mean 0.43 |

餌活動において昼夜による日週変化を明らかにするために，朝持と夕持でそれぞれ漁獲された個体の胃の内容量を比較して見た。すなわち，1957 年度のいわゆる「寒ブリ」の漁期（1957 年 11 月—1958 年 1 月の 3 カ月間）のうち，同じ日に朝持と夕持で漁獲された個体，或いは，両者が比較的接近した日（例えば，ある日の夕持と翌日の朝持）にそれぞれ漁獲された個体について，その摂餌率を比較したものが Table 1 である。なお，Table 1 にはその時同じ網で漁獲されたものの尾数（1000 尾以上の場合には約 10 % の誤差が見込まれる）も附記した。

魚群の大きさに較べて調査された個体数が何れの場合も 1 ないし数尾という少数であるため，資料として必ずしも充分ではないけれども，Table 1 からも大体の傾向を知ることができよう。すなわち，朝持 (Table 1, A) によつて漁獲された個体の胃袋には空虚なものもあるけれども，一般的には比較的多量の餌が詰め込まれていることがその摂餌率の値から推察される。これに反して，夕持 (Table 1, B) で漁獲されたものには空虚な胃袋が多かつた。以上の傾向は魚体の大きさを無視して朝持と夕持についてそれぞれ通計して得た摂餌率の総平均を見れば最も明瞭である。すなわち，朝持については総平均は 2.10 % であり，夕持のそれは 0.43 % である。このことはブリは一般に朝持で漁獲されたものの方が夕持のものよりも，よく摂餌していることを示しているものといえよう。

## 成長に伴う摂餌率の変化

胃の中に殆んど何らの内容物も認められない個体がかなり多かつたことは第 1 報[1] の緒言においても既に述べた通りである。そこで，全資料 262 尾を 10 cm 間隔の体長階級に分け，各階級毎に空虚な胃袋を持つていた個体と何らかの餌を捕食していたものとに大別して，その尾数を表記したものが Table 2 である。Table 2 には空虚な胃袋を持つていた個体数の，全尾数に対する比率を各体長階級毎に百分率で表わしてある。

**Table 2.** Showing the percentage of the fish with empty stomach to the total number of fish examined in each body size.

| Items \ Body size (cm.) | 10—20 | 20—30 | 30—40 | 40—50 | 50—60 | 60—70 | 70—80 | >80 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. of individuals with empty stomach (A) | 9 | 5 | 8 | 3 | 11 | 10 | 36 | 40 | 122 |
| No. of individuals with solid stomach | 31 | 25 | 16 | 5 | 7 | 7 | 26 | 23 | 140 |
| Total number of individuals examined (B) | 40 | 30 | 24 | 8 | 18 | 17 | 62 | 63 | 262 |
| A/B × 100 (%) | 22.5 | 15.8 | 33.4 | 37.5 | 61.1 | 59.0 | 58.1 | 63.5 | |

勿論，揚網し始めると胃の内容物を吐出し始める魚のあることはブリにも認められており（丸川, 1935)[2]，その影響もかなり大きいであろうけれども，Table 2 を見ると魚体が小さいほど空虚な胃袋を持つた個体数の割合が少なく，魚体が大きくなるほどその百分率が増大してゆく傾向を知ることができよう。すなわち，体長約 50 cm 以上になると調査した個体数の約 60 % 以上は胃の中には何らの内容物も認められなかつた。しかも高年魚においては飽食状態の胃は 1 尾も見出されなかつたのに反し，幼年ないし若年魚においてはしばしば満腹状態の胃袋を見る機会が多かつた。

各魚体の日間摂餌率[3] を自然条件の下で求めることは殆んど不可能であるので，近似的に各魚体の現在の胃内容量をその体重で除した単位体重当りの摂餌量，すなわち，摂餌率 $f$ を求めることにする。そこで，何らかの内容物が存在していた個体のみについてそれぞれ $f$ を計算し，前記の各体長階級毎に集計して，その平均値 $M$, $M \pm s$ ($s$: 標準偏差) およびその範囲を図示したものが Fig. 1 である。Fig. 1 において黒色部は平均値を，斜線部は $M \pm s$ を，そして空白部はその範囲を示している。

Fig. 1 を見ると，各体長階級の摂餌率の平均値 ($M$) 或いは $M \pm s$ は魚体が大きくなるほど減少してゆ

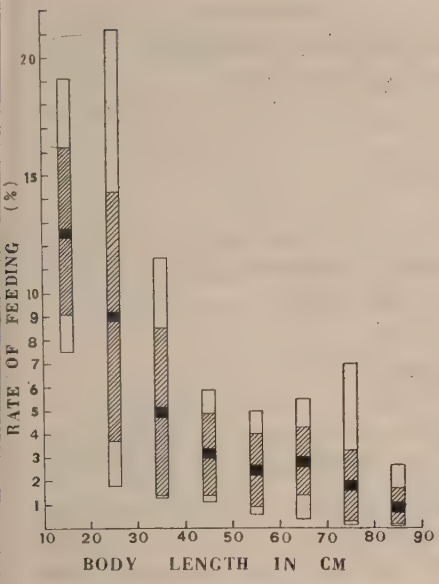



**Fig. 1.** Variation in rate of feeding in each body size. Rate of feeding; food weight/body weight × 100 (%). The black portion shows the mean ($M$) of the rate; the shadow one, $M \pm s$, ($s$, standard deviation); and the blank one, the range.

くことを明らかに示している。特に，体長 40～50 cm までは急激に減少し，それ以後は比較的ゆるやかに減少してゆくようである。

## 論議および考察

朝持で漁獲されたものの方が夕持のそれよりも胃の内容量が多いということは，ブリは夜行性の魚類で漁獲量も一般に朝持の方が多いという事実（宮本，1942）[4]からも推察されることである。実際，若狭湾経ヶ岬沖合で 5・6 月頃盛んに行われるブリの一本釣漁業においても，夜明前（午前3時頃）から出漁してゆくが，その頃から日の出前後までが最も餌付きがよくて，日が昇ると餌に付かなくなるという経験的事実ともよく一致している。すなわち，摂餌活動の最も盛んなのは一般の夜行性魚類と同様に夜明け前後であつて，日中の活動は余り盛んなものではなく夜間に摂餌したものは昼間のうちに殆んど消化されてしまうのであろう。

一般に，大きい魚の方が小さい魚よりも単位体重当りの摂餌量が少ない傾向にあることはMARKUS(1933) の large-mouth bass (*Huro salmoides*) の実験によつて知られており，(RICKER, 1946)[3]，また，わが国でもサンマで確認されているが (堀田，1956)[5]，更に，ブリの場合でも例外ではないようである。消化力は胃の容積よりも，むしろ，その表面積の函数であるから，小さい魚の方が大きい魚よりも早く餌を消化する傾向にある。このことは，幼若年魚の活動が盛んな成長の早い時代はそれだけのエネギルー源を必要とし，かつ，それに相応して消化力も旺盛であることを示している。そして，高年魚になると活動が鈍くなると共にそれだけの餌料をも要求しなくなるのであろう。したがつて，幼・若年魚の時代には大規模な索餌回游を行うであろうが，高年魚になると，も早，大規模な回游はおそらく不可能になり，次第にそれぞれの海域に留まつていわゆる根に付くようになるのではないかと思われる。このことは根付群には一般に高年魚が多いという事実が松原 (1938 および 1939)[6][7] により，タラにおいて確められていることからも推察される。

なお，大きい魚の方に絶食状態のものが多いということは，大きくなると，成長のために次々と餌をとる必要もなくなるため，一度餌をとれば次の摂餌活動までに少し時間があるのではないかということを示しているのではなかろうか。そして，前述した摂餌率の成長に伴う低下とも考え合わせれば，高年魚における摂餌活動の不活潑化の傾向は一般の他の生物にも認められているように，ブリにおいてもほぼ事実であると考えて差支えないであろう。

## 文　　献

1) 三谷文夫：本誌，**24** (3)，179—184 (1958)．
2) 丸川久俊：定置漁業界，第 25 号，19—26 (1935)．
3) RICKER, W.E.: *Ecol. monog.*, **16**, 373—391 (1946)．
4) 宮本秀明：本誌，**10** (5)，225—228 (1942)．
5) 堀田正之：東北海区水研報，第 7 号，60—69 (1956)．
6) 松原喜代松：本誌，**6** (5)，249—250 (1938)．
7) ————：同上，**8** (1)，41—50 (1939)．

# Glycylglycine Dipeptidase に対する金属イオンの影響—IX.*
## 幽門垂酵素液中に於ける Mg の形態

斗 ケ 沢 宜 久
(岩手大学農学部)

## Effects of Metal Ions on the Glycylglycine Dipeptidase—IX. On the States of Mg in Enzyme Solution of Pyloric Caeca

Yoshihisa Togasawa

For celite filtrate of aqueous extract of pyloric caeca turbidity producing powers of a few kinds of organic solvents were measured together with protein-N content, GG-dipeptidase activity, and Mg content. The results were as follows:

1. Volume of the precipitate formed by adding a definite sort of organic solvent decreased with decreasing final concentration for all the solvents here used. As to the precipitation velocity observed by the naked eye the following order appeared to hold: acetone > dioxane > n-propanol > ethanol > methanol.

2. Protein-N contents of the eluates separated from the precipitates formed by solvent addition under controlling the final concentration so as to become 60 % and 80 % increased corresponding to the rises of pH value. But any relation was not recognized of its prevalence between GG-dipeptidase activity and volume of the protein deposit.

3. As for Mg as measured by the chelate titration two different forms were found to be present in bonito pyloric caeca, one measurable directly in the enzyme solution, the other only with ash of the solution. The former may certainly be a form of ion or salt and the latter a compound made up with protein or other substances as counterpart.

$Mg^{++}$ は基質反応基とは余り関係なく而も glycylglycine (GG) dipeptidase を賦活する点等から，$Co^{++}$, $Mn^{++}$ とは異なる方式により賦活機構に関与するものと推定される[1]。而も幽門垂中には $Co^{++}$, $Mn^{++}$ が含有されていないにも拘らず $Mg^{++}$ が含まれており酵素液調製に当り相当量が酵素液中に移行する事実等[2]から酵素液中に於ける Mg が同酵素賦活に対し何等かの存在の意義を有しているかに考えられる。

著者は酵素液を一度有機溶媒で処理し，酵素蛋白として沈澱せしめ，之から溶出した場合の酵素液中の Mg の動行を知る事により酵素液中に存在する Mg の意義を解明する一手段が得られるものと考え，先ず methanol, ethanol, n-propanol, acetone, dioxane を有機沈澱剤として使用し其の沈澱形成能，並びにそれから得た溶出液中の GG dipeptidase 酵素力，蛋白態窒素，Mg の定量を行つた。

### 実 験 の 部

#### 1. 酵素液の調製

新鮮なカツオ *Katsuwomus pelamis* Linne の幽門垂を水洗後其の外皮膜を除去し少量のトルオールを加えて乳鉢で磨砕し其の一定量をとり3倍量の蒸溜水を加え良く攪拌後一昼夜放置し脱脂綿とガーゼで沪過，更に硅藻土の薄膜で被つた沪紙で吸引沪過して得た透明酵素液を使用した。

1957 年 9 月 6 日受理
* 昭和 31 年 12 月 日本水産学会東北支部会講演

**2. 有機溶媒による沈澱の形成**

酵素液 1 cc に methanol, ethanol, n-propanol, acetone, dioxane の各溶媒最終濃度 20, 40, 60, 80 % になる如く調製した溶液を加えて全容 5 cc とし BECKMAN spectrophotometer で沈澱の形成により生ずる混濁の割合を吸光度から測定した。なお吸光度の測定に於いては酵素液の示す吸収極大 375 mμ に於ける吸光度を測定し，酵素液 1 cc に対し蒸溜水 4 cc を加えた溶液を control とした。結果は Table 1 の如くである。

**Table 1.** Turbidity which occurred on addition of organic solvents to the enzyme solution.

| Solvents / % | Methanol | Ethanol | n-Propanol | Acetone | Dioxane |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0.026 | 0.035 | 0 | 0.041 | 0 |
| 40 | 0.036 | 0.080 | 0.139 | 0.045 | 0 |
| 60 | 0.141 | 0.243 | 0.231 | 0.362 | 0.154 |
| 80 | 0.584 | 0.850 | 0.385 | 0.675 | 0.409 |

Turbidity degree was expressed as the absorption coefficient of light.

即ち溶媒の沈澱形成能は何れの場合も溶媒の濃度に応じ80% ＞60% ＞40% ＞20% の順で 20%, 40% 濃度では全く形成されないか，極く微量の沈澱を生ずるに過ぎなかつた。又 methanol, ethanol は膠質性沈澱を形成するが遠心分離により分離可能であり，acetone, dioxane の形成する沈澱は粒子が大きく分離容易であつた。

各有機溶媒の形成する沈澱の沈降速度を肉眼的に観察した結果では acetone ＞ dioxane ＞ n-propanol ＞ ethanol ＞ methanol の順であつた。

**3. 溶出酵素液中の蛋白態窒素と酵素力**

溶出液中の Mg を測定するに先立ち 60% 並びに 80% 有機溶媒により生ずる沈澱に ammonium buffer を加え其の際の混濁度から溶出割合を比較し，次いで溶出液中の蛋白態窒素並びに酵素力を測定した。

即ち酵素液 10 cc を 100 cc の三角フラスコにとり寒剤で充分に冷却，振盪しながら夫々に冷却した所要量の各溶媒を極めて徐々に加え，其の 60%, 80% に於て沈澱を形成せしめる。操作終了後なお 15 分寒剤で冷却放置後生じた沈澱を遠心分離 (3000 r.p.m., 10 分) して母液を捨て，同濃度の氷冷せる有機溶媒 10 cc で沈澱を洗滌，同一操作を 2 回行つた後 pH 8, 9, 10 の 0.1 N $NH_4OH + NH_4Cl$ buffer 夫々 5 cc 加えて攪拌溶出を行い，不溶解部を遠心分離 (10,000 r.p.m., 5 分) し，其の上澄液に就いて蛋白態窒素並びに酵素力を測定した。なお遠心分離に先立ち BECKMAN spectrophotometer で吸光度を測定し，溶出液の pH の差による沈澱の溶解割合を吸光度から測定した。なお溶出液の pH は何れの場合も加えた buffer の pH よりも著しく低下していた。参考の為 Table 2 に之を示す。Table 3 は沈澱の buffer による溶解割合並びに溶出酵素液の蛋白態窒素量を示したものであり，其の GG dipeptidase 酵素力は Fig. 1 に示した。

結果—60%, 80% 有機溶媒により形成された沈澱からの溶出には pH 10 で処理したものの吸光度が大で，光線の透過を妨げ不溶解性沈澱が多く残存し溶出量少なく，pH 9, 8 の順に残存沈澱量少なく溶出量を増す傾向があり，何れの溶媒に就いても同様な傾向が見受けられた。

又溶出液中の蛋白態窒素量は溶出液 1 cc に 21% trichloroacetic acid 0.5 cc 加え生ずる蛋白沈澱を

**Table 2.** pH change of the buffer caused by the extraction of enzyme.

| | Initial pH | Methanol | Ethanol | n-Propanol | Acetone | Dioxane |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eluate from the ppt. produced at 60% solvs. | 8 | 5.7 | 5.6 | 5.8 | 5.5 | 5.4 |
| | 9 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 8.0 |
| | 10 | 9.0 | 9.2 | 9.0 | 9.3 | 8.9 |
| Eluate from the ppt. produced at 80% solvs. | 8 | 5.5 | 5.2 | 5.4 | 5.4 | 4.9 |
| | 9 | 8.2 | 8.1 | 7.8 | 7.4 | 7.1 |
| | 10 | 9.0 | 9.0 | 8.8 | 8.4 | 8.0 |

**Table 3.** Turbidity and nitrogen content found for the enzyme solution after solvent addition.

| Solvent | | Methanol | | Ethanol | | n-Propanol | | Acetone | | Dioxane | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Initial pH | Turb. | N mg/cc | Turb. | N mg/cc | Turb. | N mg/cc | Turb. | N mg/cc | Turb. | N mg/cc |
| Eluate from the ppt. produced at 60% solvs. | 8 | 0.25 | 0.099 | 0.75 | 0.122 | 1.09 | 0.140 | 1.62 | 0.186 | 0.69 | 0.137 |
| | 9 | 0.35 | 0.093 | 0.86 | 0.118 | 1.15 | 0.134 | 1.66 | 0.162 | 0.69 | 0.071 |
| | 10 | 0.43 | 0.088 | 0.92 | 0.112 | 1.22 | 0.104 | 1.82 | 0.121 | 0.93 | 0.060 |
| Eluate from the ppt. produced at 80% solvs. | 8 | 0.75 | 0.153 | 1.52 | 0.181 | 1.70 | 0.167 | 1.67 | 0.190 | 1.19 | 0.175 |
| | 9 | 0.78 | 0.147 | 1.82 | 0.170 | 2.00 | 0.164 | 2.00 | 0.162 | 1.39 | 0.168 |
| | 10 | 0.92 | 0.144 | 2.00 | 0.170 | 2.00 | 0.162 | 2.00 | 0.148 | 1.50 | 0.159 |

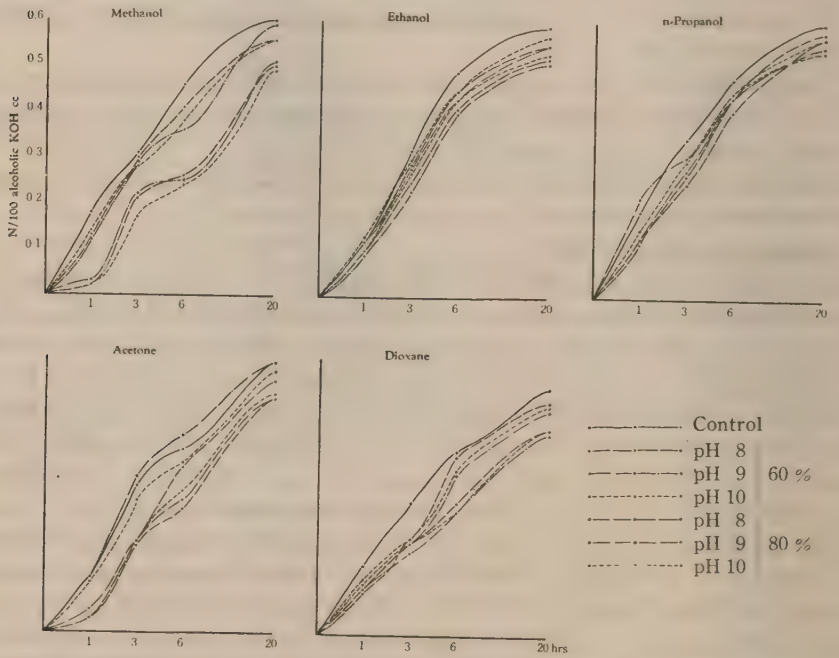



**Fig. 1.** GG dipeptidase activities of the eluate, extracted with the buffer from the precipitate which was produced by solvent addition.

micro KJELDAHL 法で定量したが，残存沈澱量と反対に一般に pH 8 に於ける溶出窒素量が大で次いで pH 9, 10 の順に減少する傾向が見受けられ，60% 又は 80% methanol, ethanol, n-propanol, acetone, dioxane 何れの場合に就いても同様の傾向が見受けられた。

なお 80% 溶媒で形成される沈澱量は 60% 溶媒で形成される沈澱量よりも遙かに多く其の為に全般的に両者を比較した場合 80% 溶媒で形成された沈澱から溶出した際，残存する不溶解性物質が 60% のものに比して大であるに拘らず溶出窒素量が多く，何れの溶媒に就いても同様の傾向が見受けられた。

一方 GG dipeptidase の酵素力は従来の方法により各抽出液の 0.2 cc を酵素液として試験に供したが Fig. 1 の如く其の差は僅少であるが明らかに差別のつけられたのは methanol, ethanol, acetone, dioxane 等の場合で，一般に methanol は 60% 沈澱からの溶出液の酵素力が幾分大で，ethanol, acetone, dioxane の場合は逆に 80% 沈澱からの溶出酵素力の方が幾分大なる傾向が見受けられたが n-propanol の場合は判

然たる区別はなし得られなかつた。

又溶出液の pH の差に基く酵素力の相違は極く微量で各溶媒共殆んど区別し得られず又酵素液中の蛋白態窒素量と必ずしも平衡的関係は認められなかつた。

**4. 溶出酵素液中の Mg**

Mg の定量はキレート滴定法により定量した。此の際酵素液のままキレート滴定法により測定可能な Mg と，灰化により始めて測定可能となる Mg の存在する事実を発見したので此の両形態の Mg の定量を行つた。

**Table 4.** Mg content of the eluate separated from the enzyme precipitated by solvent addition.

| Solvent | | Methanol | | Ethanol | | n-Propanol | | Acetone | | Dioxane | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mg content / Initial pH | | $Mg^{++}$ / Total Mg | Ratio | $Mg^{++}$ / Total Mg | Ratio | $Mg^{++}$ / Total Mg | Ratio | $Mg^{++}$ / Total Mg | Ratio | $Mg^{++}$ / Total Mg | Ratio |
| Eluate from the ppt. produced at 60% solvs. | 8 | 0.016 / 0.030 | 0.53 | 0.023 / 0.033 | 0.70 | 0.016 / 0.039 | 0.41 | 0.032 / 0.048 | 0.67 | 0.028 / 0.044 | 0.64 |
| | 9 | 0.015 / 0.032 | 0.47 | 0.016 / 0.031 | 0.52 | 0.011 / 0.028 | 0.39 | 0.012 / 0.039 | 0.31 | 0.009 / 0.017 | 0.53 |
| | 10 | 0.008 / 0.030 | 0.27 | 0.015 / 0.029 | 0.52 | 0.004 / 0.013 | 0.31 | 0.002 / 0.014 | 0.15 | 0.008 / 0.017 | 0.47 |
| Eluate from the ppt. produced at 80% solvs. | 8 | 0.021 / 0.054 | 0.39 | 0.028 / 0.058 | 0.48 | 0.019 / 0.041 | 0.46 | 0.045 / 0.078 | 0.58 | 0.031 / 0.053 | 0.58 |
| | 9 | 0.008 / 0.049 | 0.16 | 0.015 / 0.032 | 0.47 | 0.009 / 0.027 | 0.34 | 0.011 / 0.039 | 0.28 | 0.005 / 0.036 | 0.14 |
| | 10 | 0.004 / 0.027 | 0.15 | 0.006 / 0.029 | 0.21 | 0.002 / 0.016 | 0.13 | 0.001 / 0.020 | 0.05 | 0.001 / 0.013 | 0.08 |

Table 4 は溶出酵素液各 1cc 中の両形態の Mg を $Mg^{++}$/Total Mg の形式で記載したものであり両者の比率も同時に記載した。

今 60% methanol により形成された沈澱から溶出された溶出液 1cc 中の Total Mg 量を見るに略々一定で 0.03mg 前後であるが $Mg^{++}$ 量は溶出液の pH が高くなるにつれ減少の傾向にあり，両者の比率も減少する。又 60% ethanol の場合其の溶出液中の Total Mg, $Mg^{++}$ 量並びに両者の比率は何れも溶出液の pH が高まるにつれ減少し，他の溶媒の場合も同様な傾向が見受けられた。

又 80% 溶媒で形成された沈澱の場合，其の溶出液中の両形態の Mg の関係にも同様な傾向が見受けられた。

即ち一般に一旦有機溶媒で酵素蛋白として沈澱せしめ，之から溶出した場合其の Mg の絶対量は原酵素液に比し遙かに減少するがなお両形態の Mg が存在し，而も溶出時の pH により pH が 8, 9, 10 と高まるにつれ両形態の Mg 量が共に減少し，両者の比率も同様に減少する傾向が見受けられた。

## 要　　約

カツオ幽門垂水抽出液の珪藻土沪液に methanol, ethanol, n-propanol, acetone, dioxane を沈澱剤として加え，沈澱の形成能並びに其の沈澱から溶出した酵素液中の蛋白態窒素，GG dipeptidase 酵素力，Mg 定量を行つた結果

1. 沈澱の形成は何れの場合も溶媒の濃度に応じ 80% ＞ 60% ＞ 40% ＞ 20% の順で 20%，40% では殆んど形成されないか或いは極く微量の沈澱を生ずるに過ぎない。

又沈澱の沈降速度を肉眼的に観察した結果では acetone > dioxane > n-propanol > ethanol > methanol の順であつた。

2. 60%, 80% 有機溶媒により形成された沈澱から溶出した溶出液中の蛋白態窒素量は pH が高まるにつれ pH 8, 9, 10 の順に減少する傾向あり，溶出液中の蛋白態窒素量と酵素力との間には必ずしも平衡関係は見られなかつた。

3. 酵素液中の Mg には2形態あり，其の1は酵素液のままキレート滴定法の応用が可能な Mg と，他は灰化により始めて測定可能となる Mg の存在する事を発見した。即ちイオン或いは塩類状のものと他は蛋白質等と結合した如き形のものと推定する。

而して此の両形態の Mg は一旦有機溶媒で沈澱せしめ buffer で溶出した場合もなお存在し，溶出の際 pH が高まるにつれ両者共に減少し其の比率も減少する傾向が見受けられた。

## 文　　献

1) 斗ケ沢宜久，勝又悌三: 本誌，**23**, 625 (1958).
2) 斗ケ沢宜久: 本誌，**23**, 770 (1958).

# Glycylglycine Dipeptidase に対する金属イオンの影響—X.*
## 幽門垂 glycylglycine dipeptidase の活性体形成に於ける $Mg^{++}$ の参加機構に就いて

斗 ケ 沢 宜 久
(岩手大学農学部)

## Effects of Metal Ions on the Glycylglycine Dipeptidase—X. On the Mechanism of $Mg^{++}$ Participation in the Formation of Active Glycylglycine Dipeptidase.

Yoshihisa Togasawa

From observing the change in $Mg^{++}$ content of pyloric caeca enzyme solution caused by dilution on the one hand and by $Mg^{++}$ addition on the other, the following inference has been drawn about the participation of this ion in the formation of glycylglycine dipeptidase in active state:

1. GG dipeptidase of pyloric caeca is a metal protein that contains Mg.
2. Dilution of the enzyme solution advances the dissociation of the protein-Mg compound, namely, favors the reaction

$$\text{protein-Mg} \rightleftarrows \text{Mg (ion or salt)} + \text{protein}$$

to progress rightwards. When $Mg^{++}$ is added, on the contrary, the reaction proceeds towards the left, resulting in an increase of active form of the enzyme.

既報[1)2)]の如く魚類（カツオ，マグロ，ブリ）幽門垂中には $Co^{++}$, $Mn^{++}$ は含まれておらず相当量の $Mg^{++}$ が含有されており，その大部分が酵素液中に移行する事実を認め，而もこの酵素液中の Mg には2状態ありその1は酵素液のまま測定可能な Mg と，他は灰化により始めて測定可能な形となる Mg の存在することを明らかにした。

即ち酵素液中の Mg の状態はイオン或いは塩類の形のものと他は蛋白質その他のものと結合した如き形のものであるらしく，この両状態の存在の意義を究明する事により幽門垂 GG dipeptidase の $Mg^{++}$ 参加による活性体の形成機構を解明しようとして本実験を行つた。

即ち実際に酵素試験を行う場合に用いる酵素液は反応時相当稀釈された状態であり，この状態における両状態の Mg を原液の場合と比較し，また別に賦活剤として酵素液に添加した $Mg^{++}$ が酵素液中において何れの状態に変化移行するかに就いて実験調査した結果から $Mg^{++}$ によつて賦活された GG dipeptidase の発生機構を推定した。

### 実 験 の 部

#### 1. 酵素液の調製

マグロ，カツオ，ブリの磨砕幽門垂の各々3倍量の蒸溜水並びに5倍量のグリセリン（グリセリン1：蒸溜水 1）を加え1昼夜放置後，脱脂綿並びにガーゼで沪過し，更に硅藻土の薄膜で被つた沪紙で沪過して2種類の酵素液試料を作つた。

1957 年 10 月 16 日受理
* 昭和 32 年8月 日本農芸化学会東北支部会講演

## 2. 酵素液稀釈時の Mg の変動

従来行つている酵素試験は GRASSMANN 並びに HEYDE[3] の micro 法に準じ，上記酵素液の 0.2 cc に予め buffer に溶かした基質溶液を加えて全液を 2 cc とし，その 0.5 cc に就いて算出された N/14 KOH の量を残液に加えて所要の pH に規正した後蒸溜水で再び 2 cc にして酵素試験を行つている。従つて反応液中における酵素は最初の約 13.3 倍に稀釈された状態において反応に関与している事になる。

著者は酵素液中における $Mg^{++}$（イオン或いは塩類状のもの）が稀釈により如何に増減するかを試験する目的で上記酵素液 1 cc をとりこれを蒸溜水で 2, 3, 4, 5, 10, 15 倍に稀釈した場合の酵素液中の $Mg^{++}$ 含量をキレート滴定法により定量した。なおこの際稀釈後の時間の影響も考慮し，稀釈後 1, 2, 5, 10 分後の $Mg^{++}$ の定量を行つた。結果は Fig. 1 の如くである。

1 cc enzyme solutions were diluted respectively to 1/2, 1/3....1/15 in concentration, and after 1, 2, 5 and 10 min. standing, Mg content was measured by chelate titration.

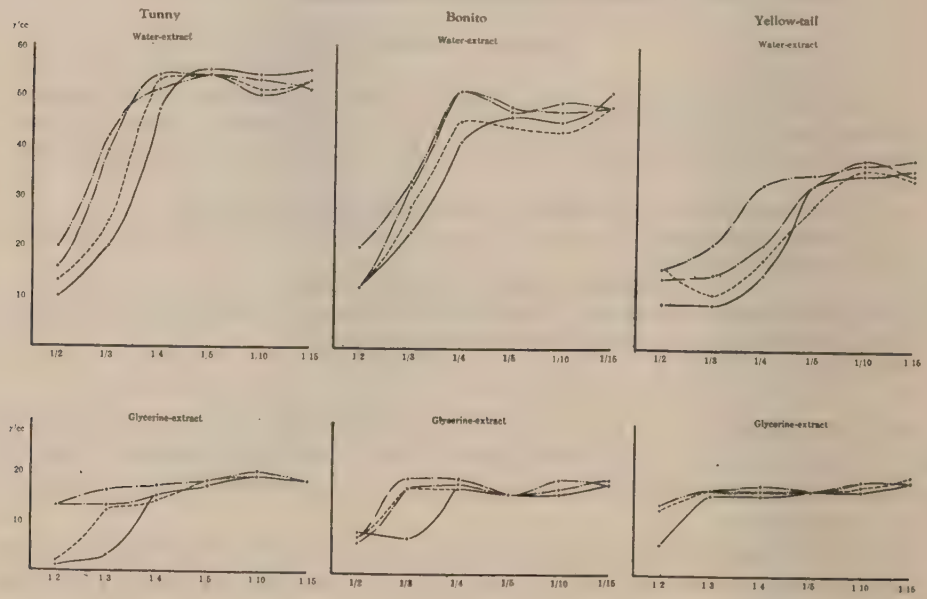



**Fig. 1.** Drift of $Mg^{++}$ concentration in variously diluted enzyme solutions.

今マクロ幽門垂の水抽出酵素液の場合に就いて見るに 2 倍，3 倍稀釈酵素液では稀釈液では稀釈後の時間と共に $Mg^{++}$ 含量が増大する傾向が見受けられるが，4 倍稀釈を境界として 5, 10, 15 倍稀釈では稀釈後の時間には影響なく一定した含量を示す。

またグリセリン抽出酵素液の場合も同様で 2, 3 倍稀釈液までは稀釈後の時間の経過と共に $Mg^{++}$ の量が増大し，4 倍稀釈においても幾分その傾向が見受けられるが 5 倍以上では稀釈後の時間には影響なく 17～20 γ/cc 前後において一定した含量を示す様になる。

カツオの場合も同一傾向で水抽出酵素液の 2 倍稀釈液の稀釈後 1～5 分までは $Mg^{++}$ 量はほぼ一定で 12 γ/cc であるが 10 分後においては 20 γ/cc に増加し，また 3 倍稀釈酵素液も時間の経過とともに増大する傾

向があり，4倍稀釈を境界として稀釈後の時間には無関係にほぼ一定した含量をボす。

またグリセリン抽出液の場合も同様で唯2倍稀釈液の場合稀釈後の時間の影響は認められなかつたが，3倍稀釈酵素液において稀釈後2分にして 17 γ/cc に増大し，4倍以上では稀釈後の時間には関係なくほぼ一定した含量をボす様になる。

ブリの幽門垂酵素液の場合もマグロ，カツオの場合とほぼ同一傾向を示し，稀釈倍率の低い場合は稀釈後の時間と共に酵素液中の $Mg^{++}$ 量が増加するが稀釈倍率が大になれば時間には関係なくほぼ一定した含量を示す。

即ち以上の事実から幽門垂酵素液中における2種形態の Mg，即ちその1はイオン或いは塩類の形のものと，他は蛋白質と結合しているものと推定される灰化により始めてキレート滴定法により測定可能となる Mg の両状態のものが酵素原液において常時平衡状態で存在し，稀釈により酵素液中の $Mg^{++}$ 濃度が稀薄になれば両者間の平衡が破れる。従つて再びこの平衡を保つために従来蛋白質と結合していた Mg が解離し酵素液中における $Mg^{++}$ の形態のものが増加するものと推定される。即ち

$$\text{protein-Mg} \xrightarrow{\text{dilution}} \text{Mg (ion or salt)} + \text{protein}$$

の如くで而もこの際の解離速度は稀釈倍率の低い 2～3 倍において幾分時間的影響をこうむるが 4～5 倍以上においては測定可能な1分にして既に酵素液中の $Mg^{++}$ 量が或る一定量を示して平衡に達し，それ以上放置しても時間には全く影響されず，解離は或る限界内において速かに進行するものと推定される。

### 3. $MgSO_4$ の添加による酵素液中の $Mg^{++}$ の増減

上の推定が可能であると仮定した場合，稀釈した酵素液に外部から逆に $Mg^{++}$ を添加する事により仮想

Two groups of tenfold diluted enzyme solutions were prepared by intentionally adding $MgSO_4$ so that their Mg content per 10 cc. increased by 30.4 γ and 60.8 γ, respectively. Whe 1—30 min. had elapsed after their preparation, $Mg^{++}$ in these solutions was quantified by the chelate titration. The values on the ordinate represent the $Mg^{++}$ amount corrected for the intentionally added $Mg^{++}$ by subtraction.

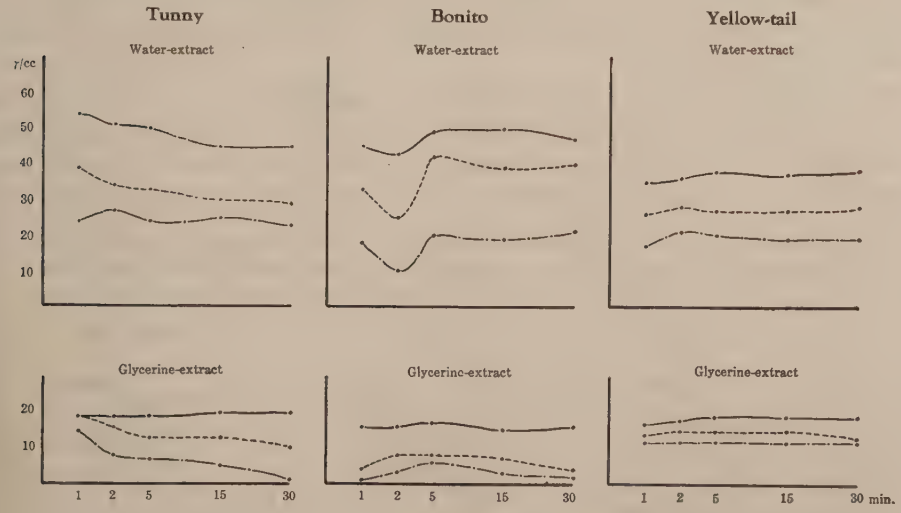



**Fig. 2.** Drift of $Mg^{++}$ concentration in enzyme solution added with $MgSO_4$.

control
added with 30.4 γ
added with 60.8 γ

した平衡式 protein-Mg ⇄ Mg (isn or salt) + protein における逆反応，即ち左方に反応が進行し解離が抑制される筈である。この考に基いて先ず酵素液 1 cc をとり，稀釈により解離され酵素液中の $Mg^{++}$ のほぼ一定の値を示す 10 倍稀釈の酵素液にたる如く稀釈し，これに GG dipeptidase に賦活的に作用する $Mg^{++}$ とほぼ同濃度となる如く $10^{-3}$ M $Mg^{++}$ 溶液を夫々 1 cc 並びに 2 cc を添加して全液を 10 cc となる如くし，1, 2, 5, 15, 30 分間室温に放置後 $Mg^{++}$ 量を定量し，添加 $Mg^{++}$ の測定値を差引いて Fig. 2 に示した。

今結果をマグロ幽門垂水抽出液に就いて見るに $Mg^{++}$ を添加せぬ control は時間の経過と共に幾分 $Mg^{++}$ 含量に変動はあるが大略 45～54 γ/cc の $Mg^{++}$ を含有するに対し，$10^{-3}$ M $Mg^{++}$ 溶液 1 cc (測定値 30.4 γ) 添加した場合時間の経過と共に幾分減少するが大略 29～39 γ + 30.4 γ/cc，また $10^{-3}$ M $Mg^{++}$ 溶液 2 cc (測定値 2×30.4 γ) 添加の場合は更に減少し 23～27 γ + 2 × 30.4 γ/cc となり，逆反応が無い場合に増加すべき理論値 45～54 γ + 30.4 γ/cc 並びに 45～54 γ + 2 × 30.4 γ/cc より遙かに少ない含量を示した。

またグリセリン抽出酵素液の場合も $Mg^{++}$ を添加しない control の $Mg^{++}$ は 19～20 γ/cc であるが，$10^{-3}$ M $Mg^{++}$ 溶液 1 cc (測定値 30.4 γ) 並びに 2 cc (測定値 2×30.4 γ) 添加のものは時間の経過と共に幾分減少の傾向あり，なお理論値 19～20 γ + 30.4 γ/cc, 19～20 γ + 2 × 30.4 γ/cc より遙かに少ない含量を示した。

カツオ幽門垂の場合も同様で水抽出液の場合もグリセリン抽出液の場合も同様な傾向を示した。

ブリの幽門垂の水並びにグリセリン抽出酵素液の場合も全くマグロ，カツオの場合と同一傾向で外部から $Mg^{++}$ を添加した場合逆反応を無視した場合の理論値よりも遙かに少ない値を示した。

**4. 酵素試験**

上の平衡式において正逆反応何れも時間を必要とせず，酵素液の稀釈により直ちに右方に，また $Mg^{++}$ の添加により直ちに左方に進行する事実を認めたが，若しこの間の反応に時間を要するとせば当然酵素と $Mg^{++}$ の接触時間を変化せしめる事により酵素作用発現までの誘導期間を伸縮せしめる事が可能であり，若し酵素と $Mg^{++}$ 間の反応が短時間で完結される場合は両者の接触時間の長短に拘わらず反応の初期における相異は認められない筈である。

著者は予め酵素液（グリセリン抽出液を硅藻土の薄膜を附けた濾紙で濾過したもの）0.2 cc に最終濃度 $10^{-3}$ M になる如く調製した $MgSO_4$ 溶液 0.2 cc を加え，0, 5, 30, 60 分間室温に放置後，従来の方法により酵素試験を行い，反応初期における酵素力を比較したところ (Fig. 3) 何れの場合も同様に賦活し誘導期に長短を認め得ず，賦活剤として添加する $Mg^{++}$ の影響は酵素液との接触時間に関係なく短時間にして賦

The substrate at 0.03 M was brought into contact with preparations containing 0.2 cc of original enzyme solution and $Mg^{++}$ at 0.001 M after they had been kept respectively for 0, 5, 30 and 60 min. at room temperature, the temperature of experiment being 37° ± 1°C.

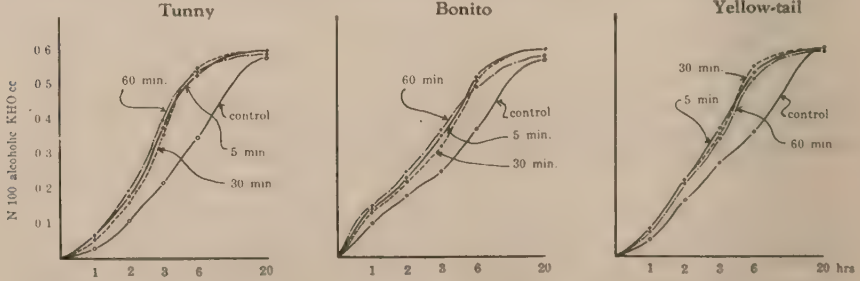



**Fig. 3.** Influence of the period for which the enzyme was kept in contact with $Mg^{++}$ on the rate of hydrolysis of glycylglycine as expressed in cc. of N/100 alcoholic potash.

活に関与するものである事を認めた。即ち上の平衡式における正逆反応速度が短時間にして進行する事実を裏付けするものである。

## 要　　約

酵素液を稀釈した場合，並びに稀釈酵素液に $Mg^{++}$ を添加した場合の $Mg^{++}$ の量をキレート滴定法で測定した結果から幽門垂 GG dipeptidase の $Mg^{++}$ 賦活体の発生機構を次の如く推定した。

即ち幽門垂 GG dipeptidase はその分子中に Mg を protein-Mg の形で含有する metal protein であり，溶液中の $Mg^{++}$ と平衡の状態で存在する。然して酵素試験に当り，酵素液の稀釈により溶液中の $Mg^{++}$ が稀薄となり，解離度が増して protein-Mg $\rightleftarrows$ Mg (ion or salt) + protein が右方に進行し protein-Mg の解離が惹起される。

この際賦活剤として $Mg^{++}$ を添加すれば解離が抑制され上の平衡は逆に左方に進行し活性酵素を増加する事になる。而もこの間の反応速度は Leucine aminopeptidase[4)5)] や prolidase[6)] 等の如く metal と酵素蛋白との反応にやや長時間を必要とするものではなく，迅速に反応して GG dipeptidase の賦活に関与するものと推定した。

## 文　　献

1) 斗ケ沢宜久：本誌，23，770 (1958).
2) 斗ケ沢宜久：本誌，24，190 (1958).
3) W. Grassmann, W. Heyde: *Z. physiol. Chem.*, **183**, 32 (1929).
4) E.L. Smith: *J. Biol. Chem.*, **163**, 15 (1946).
5) E.L. Smith, M. Bergmann: *J. Biol. Chem.*, **153**, 789 (1944).
6) E.L. Smith: *J. Biol. Chem.*, **173**, 553, 571 (1948).

# 魚類の肉質変化に関する生化学的研究—Ⅶ.*
## Myosin A 及び B 区の ATP 添加による粘度変化と超沈澱

斎藤 要・日高富男
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on the Biochemical Change in Fish Muscle—VII.
## On the Viscosity Change and Superprecipitation of the Myosin A and B Fractions Caused by ATP Addition

Kaname Saito and Tomio Hidaka

In this experiment the authors prepared the protein fractions corresponding to myosin A and myosin B not only from several fishes but also from rabbit, and examined the viscosity change and superprecipitation these preparations showed on ATP addition. The results obtained are summarized as follows:

1) On addition of ATP, the myosin B fraction of rabbit and both myosin A and B fractions of fish showed a transient lowering in viscosity, which tells that these fractions have haracteristics of actomyosin. On the other hand, no such viscosity change was observed in the pure myosin and the myosin A fraction of rabbit.

2) In the cases of the myosin B fraction of rabbit and myosin A and B fractions of fish, almost all the protein contained was found to be superprecipitated by addition of ATP, while in the myosin A fraction of rabbit, only ca. 40% of its protein content was superprecipitated.

3) In the myosin A fraction of rabbit a considerable amount of pure myosin was observed, while in the same fraction of fish, none was detectable.

These results would suggest that the myosin A fraction of fishes behaves to ATP like rabbit actomyosin.

一般に筋肉の myosin 区分は中性塩溶液による抽出時間によつて myosin A と myosin B とに区分され，家兎肉ではその短時間抽出物 myosin A は純 myosin を主成分とし長時間抽出物 myosin B は actomyosin が主成分であるとされている[1]。

著者等は前報[2)3)]において魚肉では myosin A 及び B 区ともに家兎肉の myosin B 区に類似した組成を有するものと考えたが，本報ではその推論の妥当性を確かめる意味で家兎肉と魚肉より myosin A 及び B 区を抽出精製し，各区分について ATP 添加による粘度変化と超沈澱現象について検討したところ，死後の魚肉より抽出した両区分は家兎肉の場合と異なり共に actomyosin が主成分であるとの見解を更に確め得たので，これに若干の考察を添えて報告する。

## 実 験 の 部

実験材料: いずれも 1955 年 6 月～11 月の間に採捕したもので，淡水魚としてはコイ *Cyprinus carpio* Linné，海産魚としては鹿児島湾内で釣上げたマサバ *Scomber japonicus* (Houttuyn) 及びマアジ *Tra-*

1958 年 1 月 13 日受理
* 1956 年 4 月 日本水産学会年次大会（東京）発表

*churus japonicus* (TEMMINCK and SCHLEGEL), 更に対照として家兎を用いた。

myosin 区の調製法: myosin A 区及び B 区は ATP ase の活性の研究を同時に行うため前報[2)4)]同様直殺後の精肉より BAILEY 法に従い，また純 myosin 区は SZENT-GYÖRGYI 法に従つて抽出した。前報でも述べた如く本法では筋肉中の絶対量は求められない。従つて次記の各 myosin 区収量は同一条件で得られた見掛上の比較値と解すべきである。

## 実験結果及び考察

### 1. ATP 添加による粘度変化

Actomyosin の 0.5 M KCl 液に ATP を添加すれば粘度が急激に低下することは MOMMAERTS[5)] によつて明らかにされたが，これは純 myosin に対する actomyosin の特性であつて粘度変化の測定によつて各 myosin 区における actomyosin 含有の有無を検討する事が出来る。なお SZENT-GYORGYI[1)] によれば actomyosin に ATP を加えて起るこの一過性の粘度低下は actin と myosin の解離に起因し，その反応系はある時間解離状態を保ち所謂 Lag phase を示す。その間 ATP は myosin-ATP ase により分解されて ATP 量は次第に減少し，その量がある限度以下になれば actin と myosin は再結合して粘度は再び上昇すると説明されている。また actomyosin の粘度は KCl 濃度或いは温度の相異によつても変化することが知られているが[6)]，本実験では筋肉から抽出精製した各 myosin 区を KCl: 0.5 Mol/L, $NaHCO_3$: 0.03 Mol/L, Protein-N: 80～100 mg% に調整し，この試料 10 cc に水 1 cc 加えたものを Ostwald 粘度計にとり 25°C にてその粘度を測り，次に試料 10 cc に 0.25% ATP 溶液 1 cc を添加して，その後の粘度変化を ATP 無添加の粘度を 100 とする百分率で求めたが，その結果は Fig. 1 及び Fig. 2 の如くである。

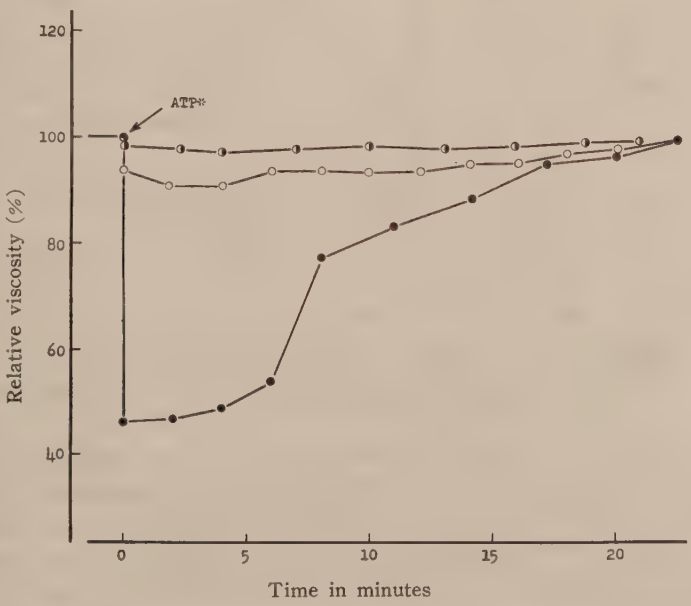



**Fig. 1.** Viscosity change due to ATP addition observed for rabbit myosin fractions in 0.5 M KCl solution.
Viscosity changes are given in per cent. of initial viscosity at 25°C.
Protein-N concn. of each myosin fraction: 80～100 mg%
* The arrow indicates the addition of 0.023% ATP.
○: myosin A fraction
●: myosin B fraction
◑: myosin fraction
The myosin A fraction was extracted from the muscle tissue by a short-time extraction for 15 to 20 min., and B fraction was obtained by the extraction for 24 hours.
(The same extraction method was used throughout this experiment.)

Fig. 1 に示す家兎肉より抽出した各 myosin 区の粘度変化では，myosin B 区のみが ATP 添加と同時にその粘度は急速に減少し約 10 分間の Lag phase を示しその後はかなり速かに粘度は回復する。これより考えて家兎肉の myosin B 区

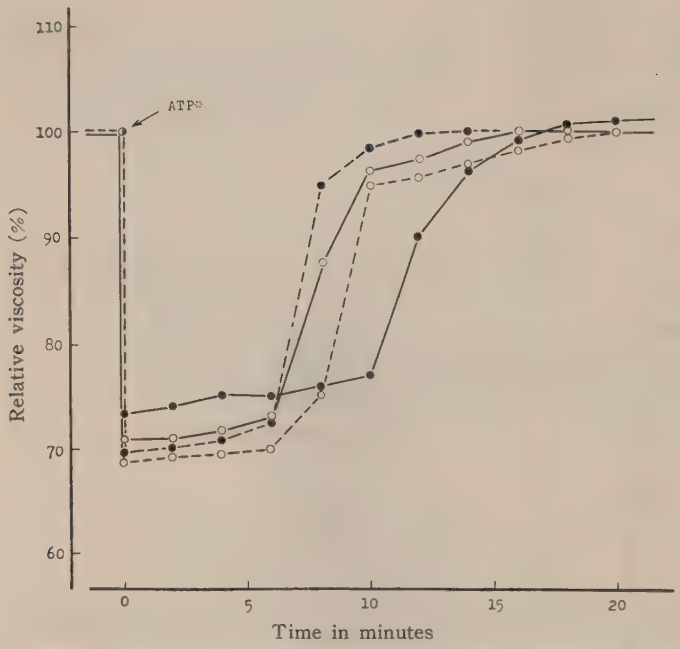



**Fig. 2.** Changes in viscosity of the fish myosin fractions in 0.5 M KCl solution due to addition of ATP.
----- Mackerel
—— Carp
○: myosin A fraction
●: myosin B fraction

**Table 1.** Amounts of myosin and actomyosin in each myosin fraction determined by superprecipitation method. (Protein-N mg%)

| Sample | Fraction | Fractionation by sppt. method | |
|---|---|---|---|
| | | myosin | actomyosin |
| Rabbit | myosin A | 250 | 163 |
| | myosin B | trace | 625 |
| Carp | myosin A | trace | 463 |
| | myosin B | trace | 495 |
| Mackerel | myosin A | trace | 483 |
| | myosin B | trace | 632 |
| Horse-mackerel | myosin A | trace | 480 |
| | myosin B | trace | 618 |

は明らかに actomyosin の特性を示すが，myosin A 区の場合 ATP 添加による粘度低下の傾向は余り顕著でなく，純 myosin 区にはその傾向が全くみられない。ここで純 myosin 区はその抽出精製途中において actomyosin を除く操作があるので，actomyosin の特性である粘度低下の現象を示さない事は当然と思われるが，一方 myosin A 区に粘度低下の傾向が幾分みられるのはこの区分に actomyosin が混在するためと思われる。(Table 1 参照)

次に Fig. 2 に示す如く，コイ及びサバ肉の myosin A 区及び B 区はともに ATP 添加により急激なる一過性の粘度低下現象を示して顕著な actomyosin の特性が観察された。即ち両区分の粘度変化曲線には殆んど差異は認められず，共に家兎肉の myosin B 区が示した曲線に類似している。この現象はマアジ肉の myosin A 及び B 区にもほぼ同様に認められた。

### 2. 各 myosin 区の超沈澱法による分割

actomyosin には ATP を添加して起る粘度変化の特性以外に，その稀薄 KCl 溶液に ATP を添加すれば筋肉の収縮に擬せられる超沈澱現象を起すことが知られている。本実験ではこの事実に基づき前述の各 myosin 区分に夫々 3 倍量の水を加えて KCl : 0.1～0.12 Mol/L, Protein-N : 20～25 mg %, pH 7.5 の溶液とし，これに所定量（超沈澱が完結するための最少量）の ATP を加え 25°C において超沈澱を起さしめ，各区分の超沈澱前後の蛋白量を定量しその値より各 myosin 区が含む純 myosin 量と actomyosin 量を算出した結果は Table 1. に示す如くである。

この結果によれば家兎肉の myosin A 区には総蛋白量の約 40% が超沈澱を起すのに対し，家兎肉の myosin B 区，コイ，サバ及びアジ肉の myosin A 及び B 区はすべて ATP 添加により含有蛋白のほぼ全量が超沈澱を起し純 myosin は認められない。即ち後者の各区分は超沈澱現象に於いても actomyosin の特

性を顕著に示すものである。

以上の結果より myosin A が純 myosin を主成分とするという従来の見解は魚肉には適応し得ない場合のある事が明らかである。

### 3. 死後経過時間による家兎肉 myosin A 区中の actomyosin 量の変化

前述の如く魚肉では死直後のものにおいても純 myosin が殆んど認められないのに対し，家兎肉では myosin A 区中に actomyosin ばかりでなく純 myosin も検出されたのである。この myosin A 区中の actomyosin の死後経過時間による変化を検討した結果は Fig. 3 に示く如くである。

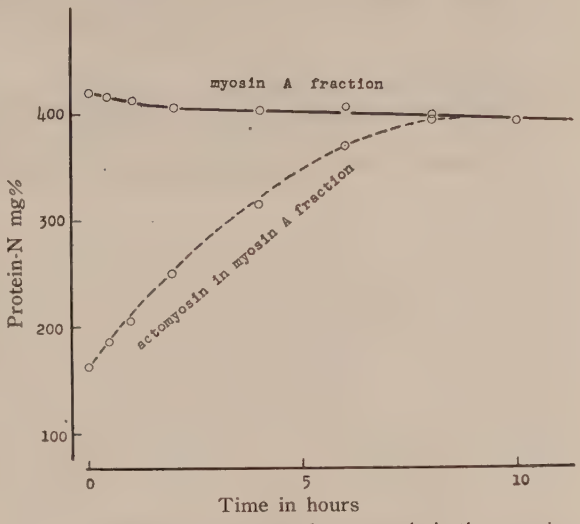



**Fig. 3.** Changes in amount of actomyosin in the myosin A fraction isolated from rabbit muscle during storage at 25°C..

この結果によれば家兎肉の myosin A区は死後 10 時間頃までその抽出量に大差ないが，その myosin A 区に含まれる actomyosin 量は経過時間に伴つて増加し，約8時間後には myosin A 区の大部分を占め，その後の myosin A 区は魚肉の myosin A 区と同様に actomyosin を主成分とする区分に変る事が知られた。即ち死後ある時間を経過すれば家兎肉においても純 myosin が検出されなくなるのである。(第Ⅱ報[2]参照) この現象を死後経過時間に伴い筋肉中の純 myosin が actin と結合して actiomyosin に変化するためと解すれば[6]，死直後の筋肉より抽出した myosin A 区中にすら純 myosin が検出されない供試魚では純 myosin と actin との結合が家兎の場合より可成り早く起る事を示唆している。これを確認するには筋肉中の actin 量の死後変化を同時に検討し，更に供試動物の取扱い，致死方法或いは抽出精製法等を吟味して追試する必要がある。

いずれにしても以上の諸結果より BAILEY 法により区分した供試魚の myosin A 区における actin と純 myosin との結合量は家兎の同区とかなり異なるものと考えられる。従つて魚肉を対象とする場合には家兎肉と同様に単に抽出時間の短長によつて myosin 区をAとBの両区分に分別することは組成的に余り意味がないのではあるまいか。なお actomyosin にも actin 量の異るものの存在する事が知られているが[7]，この点については各区分の塩析曲線並びに電気泳動的性質と共に後報する。

## 要　　約

死直後のコイ，マサバ，マアジ及び家兎肉から myosin A 区，B 区並びに純 myosin 区分を所定条件で抽出精製し，その各区分について ATP 添加による粘度変化と超沈澱現象を検討し次の結果を得た。

1. 家兎肉の myosin B 区，供試魚の myosin A 及び B 区は ATP 添加により一過性の粘度低下現象 (actomyosin の特性) を示すが，家兎の myosin A 区はその現象が顕著でなかつた。

2. 家兎の myosin A 区は ATP 添加により含有蛋白の約 40% のみが超沈澱 (actomyosin の特性) を起すのに対し供試魚の myosin A 区は B 区と同様に殆んど全量が超沈澱し，これら区分には純 myosin が検出されなかつた。なお家兎の myosin A 区も死後ある時間を経過すれば actomyosin を主成分とする区分に変ることを認めた。

3. 供試魚の myosin A 区と B 区は共に actomyosin の特性を顕著に示すことより，家兎の場合の両区分とは同様に取扱い得ないものと考えた。

終りに臨み本研究を行うに当り御指導を賜わった本学高田幸二教授に深甚の謝意を表する。

## 文　　献

1) A. Szent-Györgyi: "Chemistry of Muscular Contraction", Acad. Press. New York (1951).
2) 斉藤要・日高富男: 鹿大水産学部紀要, **5**, 165 (1956).
3) 斉藤要・日高富男: 本誌, **21**, 929 (1955).
4) 斉藤要・日高富男: 鹿大水産学部紀要, **4**, 90 (1955).
5) W.F.H.M. Mommaerts: *J. General Physiol.*, **31**, 361 (1948).
6) 野口順蔵: 蛋白質化学, **3**, 共立出版, 東京 (1955), p. 444, 447.
7) F.B. Straub: *Stud. Inst. Med. Chem. Univ. Szeged.* **2**, 3 (1942),

# 魚類の肉質変化に関する生化学的研究—Ⅷ. 魚肉抽出液の Proteolytic activity について*

斎藤 要・鮫島宗雄
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on the Biochemical Change in Fish Muscle—VIII. On the Proteolytic Activity of Fish Muscle Extracts

Kaname Saitō and Muneo Sameshima

The present paper deals with the proteolytic activity shown by muscle extracts of carp, mackerel and shark on the basis of the results summarized as follows:

1) The relative activity defined according to tyrosine liberation was found not to vary very widely whether the extracts were prepared with water or with 0.2 M KCl. But, in the case of the fractions obtained with 0.5 M KCl, the activity was distinctly lower as compared with the case of the above two sorts of preparations, and in actomyosin fraction any activity was hardly observed.

2) The optimum pH for the activity lay in the range of 3.5~4.5, the optimum temperature being 35°C., while the activity was lost at 50°C. within 5 minutes. On the other hand, even at 0°C., proteolytic action of the extracts was still operative though at a small rate.

魚肉の鮮度を保持するためには微生物による腐敗を防止するとともに，それに先立つて起る自己消化の現象についても検討を加える必要がある。しかし魚肉の自己消化を対象とした酵素学的な研究は極めて少ないようである。かかる見地より著者等は先ず基礎実験として数種の魚を試料とし筋肉の抽出液を調製し，その有する proteolytic activity の作用条件について検討を加えたところ若干の知見を得たので報告する。なお筋肉中の protease は従来 cathepsin とも総称されていたが，その不均一性が明らかにされており[1]，また本実験では出来得るかぎり自然状態に近い抽出液をそのまま用いたので，その作用力を一応魚肉抽出液の proteolytic activity として表現することにした。

## 実 験 の 部

**実験材料**: 実験に供した魚種は，コイ *Cyprinus carpio* Linné (平均体重 187 g)，ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Bleeker (平均体重 120 g) 及びシロザメ *Mustelus griseus* Pietschmann (平均体重 1400 g) で，いずれも 1956 年 4 月から 1957 年 9 月までの間に鹿児島湾内及び本学養魚池より採集した活魚を断頭，脱血後内臓骨皮を除き，普通肉 (脊側筋) と血合肉に区分して用いた。

**Proteolytic activity の測定法**: pH 3.5 の 0.1 N クエン酸緩衝液 1 cc と 2% hemoglobin 溶液 1 cc に魚肉抽出液 1 cc を加え，防腐剤として NaF 飽和溶液 1 cc を添加し，35°C 下に 10 時間作用させた後 10% $HClO_4$ 液 1 cc を滴下除蛋白し，その溶液中の tyrosine 量を Folin 法[2] に従つて比色定量した。activity の表示法は便宜上魚肉抽出液の単位蛋白態窒素量 (%) 当りの生成 tyrosine 量 (mg %) を relative activity として表示した。なお抽出液の蛋白質濃度は biuret 試薬による比色法[3] により，また pH 値はガラス電極 pH メーターにより測定した。

1958 年 1 月 13 日受理
* 1956 年 10 月 日本水産学会秋季大会 (広島) にて発表

## 実験結果及び考察

**抽出溶媒の種類**: 水と 0.2 及び 0.5 M KCl 溶液の3種を用い，供試筋肉の 10 倍容抽出液について原液そのままと種々の蛋白質濃度における proteolytic activity を測定したが，ゴマサバ普通肉について得られた結果を示すと Table 1 の如くである。

これによれば，水及び 0.2 M KCl 抽出区分の単位蛋白質量当りの activity には大差はないが，0.5 M KCl 抽出区分はこれらより低い値を示している。また各抽出液中の蛋白質濃度では 0.5 M KCl 抽出区分が最も高いが，その主要成分である actomyosin 区分には activity は殆んど認められなかつたことより，0.5 M KCl 抽出区分には不活性蛋白の混入が多いと考えられる。

**Table 1.** Relative proteolytic activity of mackerel (*Scomber tapeinocephalus* BLEEKER) ordinary muscle extracts with different solvents.

| Solvent / Prot.-N concn.** | $H_2O$ (91.5)* | 0.2 M KCl (122.0)* | 0.5 M KCl (150.0)* | Actomyosin*** fraction (60.0)* |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 33.2 | 31.3 | 21.5 | 2.0 |
| 10 | 30.0 | 29.3 | 20.5 | 2.3 |
| 15 | 28.5 | 27.6 | 18.8 | 2.4 |

*: Prot.-N mg % of original extract.
**: Prot.-N mg % of extract in reaction mixture.
***: Purified by the method of BAILEY[4]

The original extract was extracted from the ground mackerel back muscle with tenfold volume of the solvent. Digesion was carried out in citrate buffer (pH 3.5) at 35°C for 10 hours under an aseptic condition by addition of NaF (1 %). Concentration of hemoglobin as the substrate in reaction mixture was 0.5%.

The relative activity was defined as mg % of tyrosine liberated per protein-N % of the muscle extract.

This definition was used throughout from Fig. 1 to Fig. 5 unless otherwise stated.

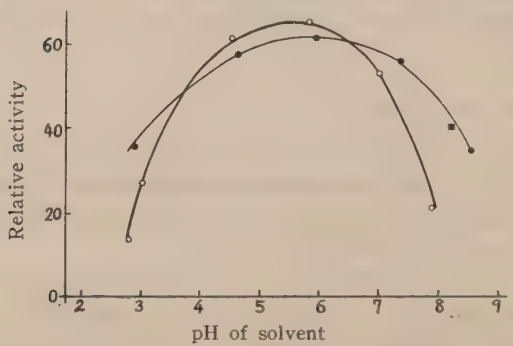



**Fig. 1.** Effect of pH of extraction solvent on the proteolytic activity of fish muscle extract.
Prot.-N concn. of ext. in reaction mixture: 10 mg %.
Solvent: 0.2 M KCl solution.
○: Dark muscle of mackerel,
●: Dark muscle of shark
(*Mustelus griseus* PIETSCHMANN)

**抽出溶媒の pH**: クエン酸緩衝液にて調節した各種 pH の 0.2 M KCl 溶液を用いて，抽出液の pH が activity に及ぼす影響について検討を加えたが，ゴマサバ及びシロザメの血合肉を試料とした場合の結果を Fig. 1 に示した。

図の如く抽出液の単位蛋白量当りの activity に及ぼす抽出溶媒の pH の影響は，シロザメよりゴマサバの場合が大きいようであるが，両者ともに pH 5～6 の 0.2 M KCl を用いた区分がその activity が最も高かつた。

以上の結果は他の魚種にもほぼ適合することが認められたので，次記の各実験においては，細切した魚肉を 10 倍容の pH 6.0 附近の 0.2 M KCl 溶液を用い約 2°C で2時間抽出後遠心沈澱（3000 RPM で 15 分）を行い，その上澄液を使用した。

**Proteolytic activity に及ぼす pH の影響**: ゴマサバとシロザメの普通肉と血合肉及びコイの普通肉を試料とし，各抽出液の activity に及ぼす pH の影響を検討したが，その結果は Fig. 2 に示す通りである。

各試料ともに至適の作用 pH は 3.5～4 の間にあり，これより酸性側，あるいは pH 7 以上では activity は著しく低くなることが明らかである。ここに得られた pH 条件は SNOKE 等[5]

がウサギの筋肉で得た結果とほぼ同様であるが，藤井等[6]のマイワシの筋肉 protease (水抽出・基質 casein) の作用 pH に関する報告とはかなり異つている。即ち藤井等は酸性側よりもアルカリ側において強い作用力を認めているが，著者等の再三検討した結果では，水抽出液を用い基質を casein とした場合でも作用 pH に殆んど変化がなかつた。また本実験の条件下では，筋肉の proteolytic activity の至適 pH 条件は魚種及び普通肉，血合肉の別なくほぼ同一の値を示した。なお図において血合肉が普通肉より強い activity を示しているが，この点については次報で詳細に報告する。

**Proteolytic activity の加熱に対する安定性:** ゴマサバ及びシロザメの普通肉の抽出液を作用開始前所定温度で 5 分間加熱し，それによつて起る activity の消長を検討した。

その結果は Fig. 3 の如く両者共に 50°～60°C の間で急激に activity を減ずることがわかつたが，他の魚種あるいは血合肉の抽出

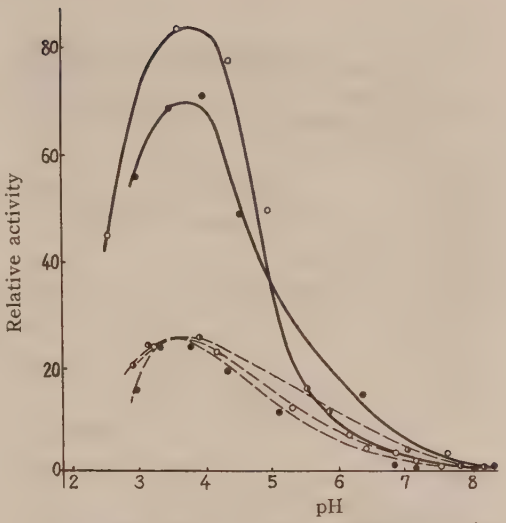



**Fig. 2.** Effect of pH on the proteolytic activity of fish muscle extract.
Solvent: 0.2 M KCl
Prot.-N concn. of ext. in reaction mixture: 7 mg %.
○: Mackerel, ●: Shark,
◑: Carp (*Cyprinus carpio* LINNÉ)
———: Dark muscle ext.,
- - - - -: Ordinary muscle ext..

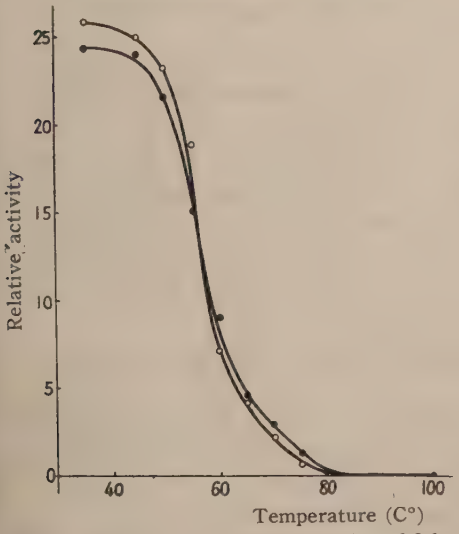



**Fig. 3.** Change in proteolytic activity of fish muscle extract induced by exposure to various temperatures for five minutes.
Solvent: 0.2 M KCl
Prot.-N concn. of ext. in reaction mixture: 9 mg %.
○: Ordinary muscle of mackerel
●: 〃 〃 〃 shark

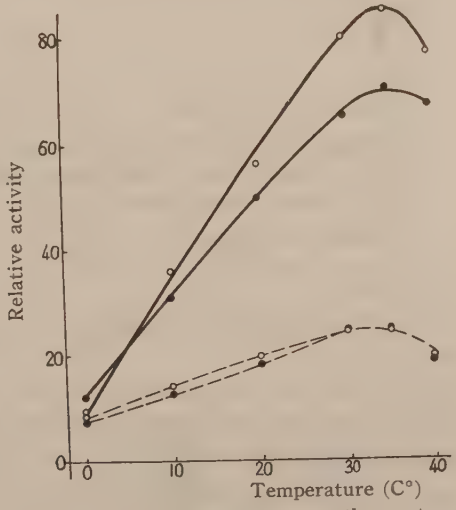



**Fig. 4.** Effect of temperature on the proteolytic activity of fish muscle extract.
Solvent: 0.2 M KCl
Prot.-N concn. of ext. in reaction mixture: 8 mg %.
○: Mackerel ●: Shark
———: Dark muscle,
- - - - -: Ordinary muscle.

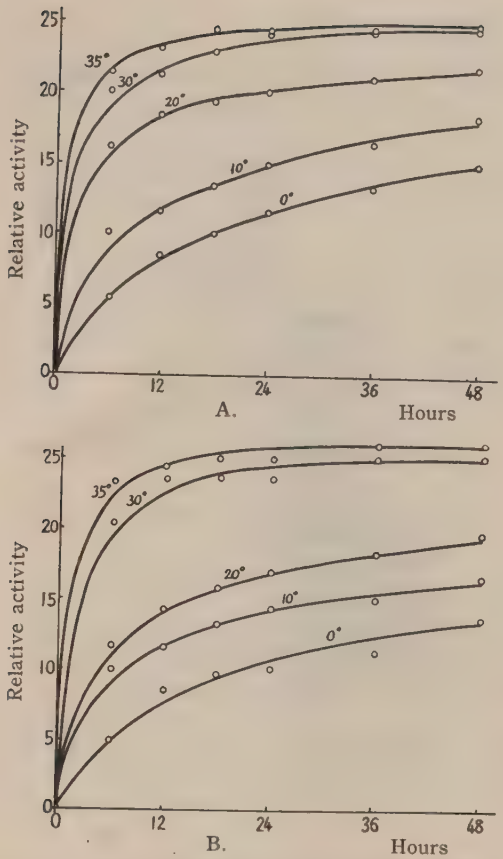



Fig. 5. Effect of temperature and incubation time on protelytic activity of fish muscle extract.
A: Ordinary muscle extract of mackerel
B: 〃 〃 〃 〃 shark
Solvent: 0.2 M KCl
Prot.-N concn. of ext. in reaction mixture: 8 mg %.

液からも，これとほぼ同傾向の熱破壊曲線が得られた。

**Proteolytic activity に及ぼす作用温度の影響：** ゴマサバ及びシロザメの普通肉及び血合肉を試料とし，各抽出液の activity に及ぼす温度の影響を検討した結果を Fig. 4 及び 5 に示した。

Fig. 4 は作用時間 10 時間で求めた活性度曲線である。作用時間の長短により多少の差はあろうが，この程度の作用時間では供試魚肉の proteolytic activity の至適温度は，魚種と普通肉血合肉の別なく約 35°C であることが明らかである。

さらに普通肉抽出液を用い，作用時間を延長した場合の活性度曲線は Fig. 5 の通りであるが，これによると 0°C の如き低温でも，作用時間に伴い蛋白質分解作用は徐々に行われていることが了解される。この事実は冷蔵中の魚肉においても貯蔵期間によつては，魚肉自体の proteolytic activity による肉質の変化が起ることを示すものであろう。

## 要　　約

コイ，ゴマサバ及びシロザメの筋肉抽出液について proteolytic activity を検討し，次の結果を得た。

1) 水及び 0.2 M KCl 抽出区分の単位蛋白質量当りの proteolytic activity はほぼ同様であるが，0.5 M KCl 抽出区分ではこれらより低く，その主要成分である actomysin 区分にはこの activity は殆んど認められなかつた。

2) 供試魚肉の抽出液が示す proteolytic activity の至適 pH は，魚種及び普通肉血合肉の別なく pH 3.5～5.0 であつた。

3) 供試魚肉の抽出液が示す proteolytic activity の至適温度は，作用時間 10 時間，pH 3.5 に於て 35°C 前後であり，40°C では幾分活性度が減少し，また 50°～60°C で 5 分間の加熱処理により急激に熱不活性化する。一方この作用は，0°C においても作用時間の経過に伴い徐々に進行することが明らかにした。

終りに本研究を行うに当り御指導を賜つた本学高田幸二教授に深甚の謝意を表する。

## 文　　献

1) E.L. SMITH: "The Enzymes" (Edited by J.B. SUMNER), (1951), Vol. 1, Part 2, p 857.
2) 萩原文治：標準生化学実験法，文光堂，東京，(1953) p 208.
3) 松本重一郎・金光庸俊：日水会誌，**21**，284 (1955).
4) K. BAILEY: *Biochem. J.*, **36**, 121 (1942).
5) J.E. SNOKE and H. NEURATH: *J. Biol. Chem.*, **187**, 127 (1950).
6) 藤井実・広瀬治澄・江良至徳：日水会誌，**16**，37 (1951).

# 海藻の揮発成分に関する化学的研究
## 海人草 *Digenia simplex* の揮発成分について*

片山輝久
(広島大学水畜産学部水産学科)

# Chemical Studies on Volatile Constituents of Sea-Weed
## On Volatile Constituents of *Digenia simplex*

Teruhisa KATAYAMA

The following volatile compounds have been found to exist in the steam distillate from *Digenia simplex*:

1. Methylmercaptan distillable as a gas.
2. Formic, acetic, propionic, butyric, valeric acids isolatable as free acid from the saturated sodium bicarbonate soluble fraction of the ethereal extract of the steam-distillate.
3. Palmitic acid isolatable from the fraction soluble in 10% sodium carbonate.
4. Benzaldehyde, α-methylfurfural, and furfural isolatable from the sodium bisulfite soluble fraction.
5. p Cresol confirmable of its presence in the potassium hydroxide fraction previously extracted with sodium carbonate.
6. α-Pinene, d-limonene, terpinolene, linalool and geraniol identifiable by the chromatostrip technique in the terpene fraction.

## 緒　　言

海人草 *Digenia simplex* の揮発成分については未だその研究をみない。著者は揮発成分の薬理作用を明らかにすると共に，その本体をも解明する目的をもつて本研究に着手した。薬理作用については別報[1),2),3)]の如くであるが，揮発成分としてメチールマカプタン，蟻酸，醋酸，プロピオン酸，酪酸，バレリアン酸，パルミチン酸，ベンズアルテヒド，α-メチールフルフラール，フルフラール，p-クレゾール，α-ピネン，d-リモーネン，テルピノーレン，リナロール，ゲラニオールの存在を明かにし得たので玆に報告する。

## 実 験 之 部

市販海人草 *Digenia simplex* 約60 kg を水蒸気蒸溜して揮発成分約 56 g を得た。揮発成分の分画方法は第1報[4)]，第2報[5)]，第3報[6)]に準じた。

### I 蒸溜気相より分離

水蒸気蒸溜するに当つて冷却器にて凝縮しない気相を昇汞の飽和水溶液中に導くと，帯黄灰色の沈澱を生ず。この昇汞附加化合物の少量をとり金属ナトリームの小片と共に硬質試験管中で強熱してこれを水に溶解せしめ約 0.3% ニトロプルシッドナトリウム溶液1滴を加えると紫色を呈し硫黄の存在を明かにした。融点を測定すると 250°C 附近で黒色となり 270°C 附近でも不熔であつた。稀塩酸を加えて熱すると悪臭を発散するのを認めた。これを稀苛性ソーダーアルコール溶液に導きニトロプルシッドナトリウム液を加えると

1958 年 1 月 16 日受理

* 本研究の一部は昭和 31 年 10 月日本水産学会秋期大会（於広島）において発表した。本報告を“海藻の揮発成分に関する化学的研究” 第 Ⅶ 報とする。

直ちに赤紫色を呈し明かにメカプタンの呈色反応を示した。該昇汞複塩は一般の溶剤に頗る難溶のため精製困難であつた。一定量をとり硫化水素を通じ硫化水銀とし試料中の水銀量を求めるとメチールメルカプタンの昇汞複塩の理論値に一致した。即ち

| 試料 | 硫化水銀 | 試料中の水銀量 | $CH_3SHHgCl$ としての理論値 |
|---|---|---|---|
| 0.5469 g | 0.4511 g | 70.74% | 70.84% |

従つてメチールメカプタンの存在を確認した。海人草 *Digenia simplex* 10 kg より昇汞複塩として約 0.5 g を得た。

**II 凝縮区よりの分離**

**a 飽和炭酸ソーダ可溶区よりの酸性物質の分離** 海人草 *Digenia simplex* を水蒸気蒸溜に附し凝縮物は食塩を飽和後エーテルにて抽出した。エーテル抽出により得た粗油より遊離脂肪酸を分画する目的で約 200 cc のエーテルに溶解し，飽和重炭酸ソーダ約 50 cc を加え充分振盪して可溶物を除き，更に同様操作を繰返し，可及的に可溶区分を分取した。この重炭酸ソーダ可溶区分を 10% 塩酸にて酸性とし食塩を飽和してエーテルにて抽出し，脱水後エーテルを除去すると褐黄色の油状物質が得られた。ペーパークロマトグラフィーにかけると[5]，Rf 値 0.45, 0.53, 0.66, 0.75 及び 0.88 が得られたので蟻酸，醋酸，プロピオン酸，酪酸，バレリアン酸の存在を確認した。

**b 苛性カリ可溶区分より脂肪酸の分離** 重炭酸ソーダ可溶区分を除去した粗油は更に 3% 苛性カリ水溶液と振盪して苛性カリ可溶区分を分取した。苛性カリ可溶区分は塩酸々性としてエーテルにて抽出し，エーテル可溶区分は脱水後エーテルを除去した。

**(1) 苛性カリ可溶，炭酸ソーダ可溶区分** 苛性カリ可溶区分は更に炭酸ソーダと振盪して，フェノール区分と炭酸ソーダ可溶区分に分つた。炭酸ソーダ可溶区分は塩酸々性としてエーテルにて抽出しエーテル層は脱水後エーテルを除去した。炭酸ソーダ可溶区分は不飽和脂肪酸を含み両者の分別は第1報[4]に準じた。飽和脂肪酸はアルコールより再結すると融点 61～62°C を示し，p-ブロームフェナシールエステルとすると融点 85°C で純パルミチン酸のそれ（融点 85.5°C）と混融するも融点の降下をみなかつた。従つてパルミチン酸の存在を確認した。

**(2) 苛性カリ可溶，炭酸ソーダ不溶区分** 炭酸ソーダ不溶区分はフェノール区で3回飽和食塩水で洗滌し脱水後エーテルを除去すると褐色油状物質を得た。30%エチールアセテイト-ヘキサンを展開溶媒としてクロマトストリップ[6]にかけ，展開後燐モリブデン酸の2%水溶液を噴霧してアンモニアガスにかざすと Rf 値 0.54 のスポットを与え P-クレゾールの Rf 値に一致し P-クレゾールの存在を明かにした。

**c 30%酸性亜硫酸ソーダ可溶区(カーボニル区分)** 脂肪酸，フェノール区を除去した粗油のエーテル溶液は酸性亜硫酸ソーダ溶液と反覆振盪し，酸性亜硫酸ソーダ可溶区分はこれを合し，炭酸ソーダを加えてアルカリ性として水蒸気蒸溜に附す。溜液は食塩を飽和してエーテルにて抽出し脱水後エーテルを除去した。

**性質** 1. フェーリング溶液を還元する。2. 2.4-ヂニトロフェニールヒドラヂン硫酸溶液を加えると直ちに赤色沈澱を生ずる。3. フルフラールの特有反応であるアニリン醋酸反応では桜橙色を呈す。クロマトストリップ[6]にかけ，展開後 2.4-ヂニトロフェニールヒドラヂン硫酸溶液を噴霧すると次の如くであつた。

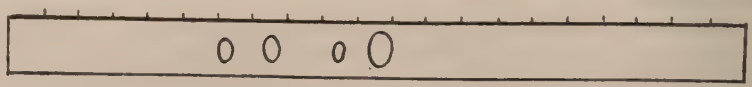


**Fig. 1.** The Chromatostrip pattern of carbonyl compounds
Rf 0.19 (Red), 0.28 (Red), 0.35 (Pink), 0.46 (Orange yellow)

クロマトストリップにより得られた 2.4-ヂニトロフェニールヒドラゾンのスポットは剝ぎ取りベンゼンにて溶出して，活性アルミナを吸着剤としてカラムクロマトグラフィー[4]にかけた。

**(1) Rf 値 0.46 よりベンズアルテヒドの確認** Rf 値 0.46 を与えるスポットの 2.4-ヂニトロフェニールヒドラゾンを集め活性アルミナを吸着剤とし，ベンゼンを展開溶媒としてカラムクロマトグラフィ

ー[4]にかけ，減圧下炭酸ガス気流中でベンゼンを除去した。エチールアルコール，エチールアセティト (1:2) で再結すると融点 246～247°C の針状結晶を得た。ベンズアルデヒドのそれ（融点 247°C）と混融するも融点の降下をみなかつた。従つてベンズアルデヒドの存在を確認した。

**(2) Rf 値 0.28 より α-メチールフルフラールの確認**　Rf 値 0.28 のスポットを与える 2.4-ヂニトロフェニールヒドラゾンはベンゼンに溶解し活性アルミナを吸着剤とし，ベンゼンを展開溶媒としてカラムクロマトクラフィー[4]にかけ得られた橙色のバンドを集め減圧下炭酸ガス気流中でベンゼンを除去しベンゼンより再結すると融点 223～223.5°C の針状結晶を得た。市販 α-メチールフルフラールのそれ（融点 223°C）と混融するも融点の降下をみなかつた。

**(3) Rf 値 0.19 よりフルフラールの確認**　Rf 値 0.19 のスポットを与える 2.4-ヂニトロフェニールヒドラゾンはベンゼンにて溶出し減圧下炭酸ガス気流中でベンゼンを除去し，活性アルミナを吸着剤としベンゼンを展開溶媒としてカラムクロマトグラフィ[4]にかけると黄色のバンド I と赤色のバンド II に分つことが出来た。何れもメチールアルコール，エチールアセティト (2:1) より再結するとバンド I は黄色針状結晶で融点 205～206°C，バンド II は赤色柱状晶で融点 229.5～230°C であつた。一方市販フラフラールを蒸溜して沸点 161°C のものを集め 2.4-ヂニトロフェニールヒドラゾンとし，ベンゼンに溶解し活性アルミナを吸着剤としてカラムクロマトグラフィにかけると黄色のバンド I′，赤色のバンド II′ を得，エチールアルコール—エチールアセティト (2:1) より再結すると，それぞれ黄色針状晶の融点 208°C の Cis-型[7]と赤色柱状晶の融点 230°C の trans-型[7]を得た。斯様にして得られたフルフラールの Cis-型（融点 208°C)[7] trans-型（融点 230°C)[7] とそれぞれ混融するも融点の降下はみられなかつた。従つてフルフラールの存在を確認した。

**d 中性物質（テルペン系化合物）**　脂肪酸，フェノール，カーボニル化合物を除去した中性油 42g を BODBIELNIAK No. 1049 の分溜装置により分溜した。その結果は Table 1 の如くである。

蒸溜残渣は WIDMER の分溜装置にて分溜した。その結果は Table 2 の如くである。

各区分をクロマトストリップ[8]にかけ圧と沸点曲線[8]及びスポットの色を考慮し，またクロマトストリップにかけるに際し 1:8-シネオールを標準とし，

**Table 1.** Result of fractional distillation

| No | Pressure (mm) | b.p. (°C) | Yield (g) | $n_D^{20}$ |
|---|---|---|---|---|
| I | 15 | ～80 | 1.2 | 1.4835 |
| II | 〃 | 81～110 | 2.3 | 1.4852 |
| III | 10 | ～100 | 2.5 | 1.4905 |
| IV | 〃 | 101～120 | 1.5 | 1.4880 |
| Residue | | | 34.0 | |

**Table 2.** Result of fractional distillation

| No | Presure (mm) | b.p. (°C) | Yield (g) | $n_D^{25}$ |
|---|---|---|---|---|
| V | 5 | 60～70 | 2.0 | 1.4783 |
| VI | 〃 | 〃 | 1.0 | 1.4778 |
| VII | 〃 | 71～80 | 0.5 | 1.4854 |
| VIII | 〃 | 〃 | 3.5 | 1.4840 |
| IX | 〃 | 〃 | 1.5 | 1.4837 |
| X | 〃 | 〃 | 4.0 | 1.4852 |
| XI | 〃 | 〃 | 3.0 | 1.5060 |
| XII | 〃 | 〃 | 2.5 | 1.5139 |
| XIII | 〃 | 〃 | 2.0 | 1.5160 |
| XIV | 〃 | 81～90 | 4.0 | 1.5165 |
| XV | 〃 | 〃 | 2.0 | 1.5197 |
| XVI | 〃 | 〃 | 4.0 | 1.5187 |
| XVII | 〃 | 〃 | 2.0 | 1.5187 |
| XVIII | 〃 | 91～100 | 1.0 | 1.5046 |
| XIX | 〃 | 101～100 | 1.5 | 1.5050 |

その Rf 値が誤差範囲にあることを確め，試料の Rf 値を求めた。その結果は Table 3 の如くであつた。

分溜後各溜分をクロマトストリップ[8]にかけ α-ピネン，d-リモーネン，テルピノーレン，リナロール，ゲラニオールの存在を明かにした。

## 総　括

1. 蒸溜気相にはヂメチールスルハイドは存在せず，メチールマカプタンの存在を確認した。
2. 脂肪酸区に蟻酸，醋酸，プロピオン酸，酪酸，バレリアン酸，パルミチン酸の存在を確認した。

**Table 3.** Rf value for terpene of *Digenia simplex*

| No | Pressure (mm) | b.p. (°C) | Rf-Value | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | d-limonene | | | | α-Pinere |
| I | 15 | ~80 | | | | | | | 0.68 | | 0.77 | 0.90 |
| II | 〃 | 81~100 | | 0.36 | | | | 0.62 | 0.68 | | Terpinolene 0.77 | 0.90 |
| III | 10 | ~100 | | linalool 0.35 | | | | 0.62 | | 0.71 | | 0.80 |
| IV | 〃 | 101~120 | 0.22 | | | | | 0.62 | | 0.72 | | 0.81 |
| V | 5 | 60~70 | geraniol 0.21 | | 0.41 | | 0.58 | 0.61 | | | | |
| VI | 〃 | 〃 | | | 0.41 | | 0.58 | 0.61 | | | | |
| VII | 〃 | 71~80 | | | 0.41 | | | 0.61 | 0.68 | | | |
| VIII | 〃 | 〃 | | | 0.41 | | | 0.61 | 0.68 | | | |
| IX | 〃 | 〃 | | | 0.40 | | | 0.61 | 0.68 | | | |
| X | 〃 | 〃 | | | 0.40 | | | 0.61 | 0.68 | | | |
| XI | 〃 | 〃 | | | 0.40 | | | 0.61 | 0.67 | | | |
| XII | 〃 | 〃 | | 0.34 | 0.40 | | 0.57 | 0.61 | 0.67 | | | |
| VIII | 〃 | 〃 | | 0.35 | 0.41 | 0.55 | 0.58 | 0.61 | trace 0.67 | | | |
| XIV | 〃 | 〃 | | 0.35 | 0.41 | trace 0.55 | 0.58 | 0.61 | 0.67 | trace | | |
| XV | 〃 | 〃 | trace | 0.35 | 0.41 | 0.55 | 0.58 | 0.61 | 0.67 | | | |
| XVI | 〃 | 〃 | | | | 0.55 | 0.58 | | 0.67 | | | |
| XVII | 〃 | 〃 | | | trace | 0.55 | 0.58 | | | | | |
| XVIII | 〃 | 〃 | | | | 0.56 | 0.58 | | | | | |
| XIX | 〃 | 91~100 | | | | | 0.58 | | | | | |

3. カーボニル区にベンズアルデハイド，α-メチールフルフラール，フルフラールの存在をクロマトストリップ及びカラムクロマトグラフィーを併用して分離確認した。

4. フェノール区に p-クレゾールの存在を明かにした。

5. テルペン区は分溜してクロマトストリップにかけ，α-ピネン，d-リモーネン，テルピノーレン，リナロール，ゲラニオールの存在を明かにした。

終りに臨み終始御懇切に御指導賜わつた九大富山教授，東大柴田教授に深謝す。また海人草 *Digenia simplex* の一部（沖縄産）を御恵与賜わつた東大新崎助教授に厚く感謝の意を表す。

## 文　献

1) 板東丈夫，片山輝久：日本薬理学会誌，**51**，40 §（1955）.
2) 板東丈夫，片山輝久：日本薬理学会誌，**51**，112 §（1955）.
3) 板東丈夫，片山輝久：1957 年 7 月　日本薬理学会関東部会（東京）にて講演.
4) 片山輝久，富山哲夫：本誌，**17**，122（1952）.
5) 片山輝久：本誌，**19**，793（1953）.
6) 片山輝久：本誌，**21**，416（1955）.
7) L. T. Braddock, K. Y. Garlow, L. I. Grim, A. F. Kickpatrick, S. W. Pease, A. J. Pollard, E. F. Price, T. L. Reissman, H. A. Rose, M. L. Willaro: *Anal. chem.*, **25**，301（1953）.
8) 片山輝久：本誌，**21**，412（1955）.

# サケ，マス類のカロチノイド色素の研究—I．
## 筋肉色素の同定

金光庸俊・青江　弘
（東京大学農学部）

# Studies on the Carotenoids of Salmon—I.
## Identification of the Muscle Pigments.

Tsunetoshi Kanemitsu and Hiroshi Aoe

Absorption spectra and extinction coefficients of the crystalline astaxanthin (Fig. 1) and astacene (Fig. 2), were determined in acetone, benzene, pyridine, carbon disulfide, petroleum ether, n-hexane and cyclo-hexane (Figs. 3, 4 and Table 1). Astaxanthin in petroleum ether was chromatographically almost pure, but in seldom cases separated into two fractions (Ax.-Fr. A and B), whereas astacene usually separated into two fractions (Ac.-Fr. A and B). On the observations of absorption spectra of these fractions, we assumed that Ax.- and Ac.-Fr. B correspond to mono-cis isomer of Ax.- and Ac.-Fr. A respectively, which are all-trans form and commonly called "astaxanthin" and "astacene".

Using the crystalline pigment mentioned above as authentic samples, identification of the muscle carotenoid of the North Pacific salmon (*Oncorhynchus nerka*, *O. kisutch*, *O. gorbuscha*, *O. tschawytscha*, and *O. keta*) was performed. The muscle was extracted with acetone and the pigment was transfered to petroleum ether, and chromatographed on cellulose powder to remove non-pigment (Fr.-1) lipids which were eluted without being absorbed. The pigement was easily removed from the column with acetone (Fr.-2). Fr.-1 contained on carotenoids. Fr.-2 was partitioned between petroleum ether and 90 % aqueous methanol. It was all hypophasic. And then Fr.-2 was chromatographed on $CaCO_3$. The results obtained show that the muscle of these salmon contained astaxanthin as its main fraction (Fr.-2-1) and small amounts of the fraction (Fr.-2-2) which was considered as mono-cis isomer of astaxanthin. The amount of the latter was about one-tenth of the former. The latter pigment is perhaps the artifacts produced during the working up process such as chromatography, and etc.. Astacene and $\beta$-carotene were not identified. The same results were obtained in chromatography using alumina as absorbent.

サケ，マス類筋肉の赤色がカロチノイドによることは古くから知られていたが，Sörensen[1] は始めて海産サケ肉 (*Salmo salar*) からアスタシンを分離し，このものが赤色の本体であるとした。後 Kuhn, Sörensen[2] によつて甲殻類からアスタキサンチンが発見されるに及び，アスタシンは生物の死後に於ける酸化生成物であろうと考えられるに至り，サケ肉の場合も生体中では恐らく，アスタキサンチンとして存在するものと推定されているが，直接これを証明したものは見当らない。なお淡水産マス類の場合は稍々事情を異にし，この他にルテインを可成りの量含むという[3]。これらの物質の生理的役割は，現在のところ殆んど不明である。一方応用的にはサケ，マス肉を材料とする加工食品が，その製造或いは貯蔵中に褪色し，製品価値を著しく低下する等の問題がある。これらの問題を究明する為の基礎的資料を得る目的で以下の実験を試みた。

1958 年 1 月 23 日受理

## 実験及び結果

### I アスタキサンチン及びアスタシン標品

サケ，マス肉色素の同定或いは定量上の標準品とする目的で先ずアスタキサンチン及びアスタシンの結晶の調製を行い，これらの色素につき各種吸着剤を用いたときのクロマトグラフ的挙動を調べた。また従来各種溶剤中のアスタキサンチン及びアスタシンの吸光係数を明確にした報告が少いので，これを明らかにする為，各種溶剤中に於ける吸光曲線並びに吸光係数の測定を行つた。

#### (1) 結晶調製法

##### (a) アスタキサンチン

生きたイセエビ *Panulisus japonicus* 30 尾 (2.3 kg) を用い，KUHN ら[2] が lobster 卵から調製した方法に略々ならつて，その甲殻を分離し，直ちにドライアイスで冷却（以下可及的低温で処理する），色素をアセトンで抽出，次で石油エーテル (b.p. 40°～65°C) に移行させた後，これに 90% メタノールを加えれば大部分の色素はメタノール層に移る。このメタノール層のみを取り，新しく加えた石油エーテルで覆い，水を静かに加えて行くと，メタノール及び石油エーテル両層の界面に金属光沢をもつ色素が析出する。これを集め，少量のピリジンに溶し，水を加えると，美しい光沢を持つた板状の結晶が得られる。同様にして5回ピリジン—水で再結晶を繰返えした。収量 15 mg，融点 214°C (corr.) (この値は従来の文献値 216 °C[2] に略々一致する)。

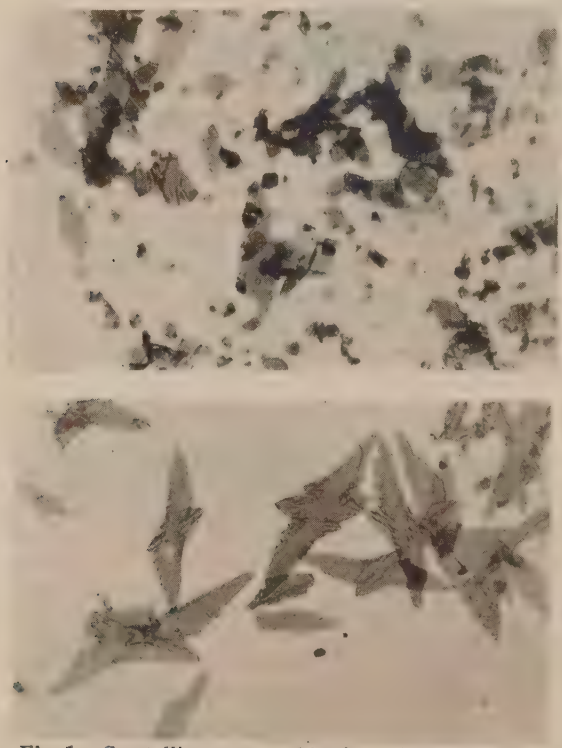


**Fig. 1.** Crystalline astaxanthin from lobsters. The initial crystals are shown in the upper photograph and twice recrystallized material in the lower.

##### (b) アスタシン

ザリガニ *Cambaroides japonicus* 256 尾 (2.7 kg) を捕集し，前項と同様にして，その甲殻及び皮下組織から得た色素の石油エーテル溶液をアルカリで鹸化した後，醋酸酸性にして得られる沈澱物を少量のピリジンに溶し，これに水を少量加えて，金属光沢の鏃状結晶を得た。更にピリジン—水を用いて5回再結晶を繰返えし，結晶 20 mg を得た。融点 228.5°C(corr.)(この値は従来の文献値 228°C[4]に略々一致する)。第 1，2 図の写真図はここに得られたアスタキサンチン及びアスタシンの結晶形を示したものである。

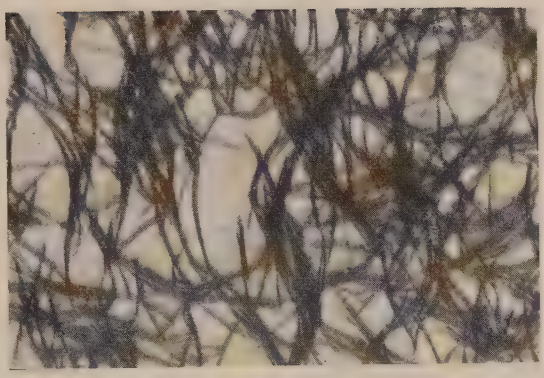
#### (2) 結晶標品のクロマトグラフィー

上記の如くして得られたアスタキサンチン及びアスタシンの結晶の純度を見る為の一指標として，またサケ肉色素の同定上に資する為クロマトグラフィーを試みた。即ち両者色素をそれぞれアセトンに溶した後，石油エーテルに移行（方法は実験 I—(3) 参照）して得た各色素の溶液及び両色素の混合溶液の3種を調製した。これらの溶液をアルミナ（メルク製，分析用のものを Goodwin[5] の方法

に準じ，メタノールに 30 分間懸濁させた後，室温で乾燥して deactivate したもの）に吸着させクロマトグラフィーを行い，2% $CH_3COOH$–EtHO 溶液，次で 2.5% KOH–EtOH 溶液で展開したところ，KUHN ら[2] が示した様に前者ではアスタキサンチン，後者ではアスタシンが展開した。

次にこれら 3 種の溶液をそれぞれ $CaCO_3$（沈降性，特級を加熱乾燥したもの）を用いて吸着を行い，2%アセトン（又は 0.5% EtOH)–石油エーテル溶液にて展開したところアスタキサンチンは通常単一の band (Ax.–Fr. A と記す）を示した。然し時に，上記と同一の結晶標品を用いた場合でも量的には僅少であるが，より吸着の強い band (Ax.–Fr. B と記す）が現れた。アスタシンの場合は吸着力の弱い部分（Ac.–Fr. A と記す），及び比較的吸着力の強い部分(Ac.–Fr. B と記す）とに分れた。量的には前者の方が多かつた。なおアスタキサンチン，アスタシン両者の混合溶液を展開した場合は通常 Ax.–Fr. A, Ac–Fr. A 及び Ac–Fr. B に相当する 3 つの band を生じた。吸着力の強さは，Ac–Fr. B＞Ax.–Fr. A＞Ac.–Fr. A の順である。

$Ca_3(PO_4)_2$ を吸着剤としても略々同様の結果が得られるが，Ac–Fr. B の溶離が不完全となる欠点を有する。



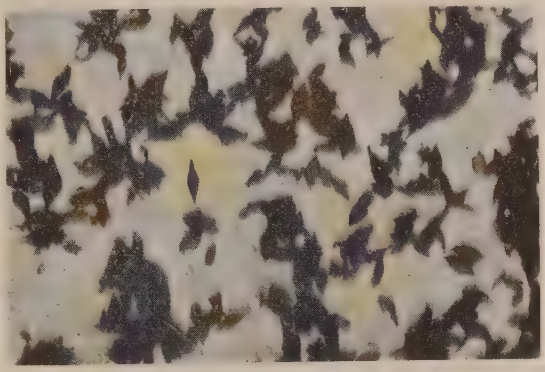


**Fig. 2.** Crystalline astacene from crawfish. The initial crystals are shown in the upper photograph and twice recrystallized material in the lower.

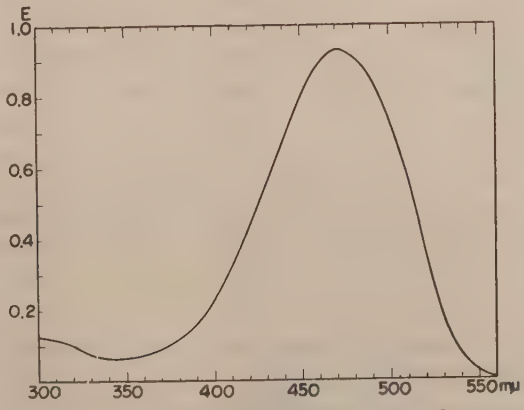



**Fig. 3.** Absorption spectrum in n-hexane of astaxanthin prepared from lobsters.

### （3） 各種溶剤中に於ける吸光曲線，並びに吸光係数の測定

アスタキサンチンの結晶標品の吸光曲線を第 3 図に示した。これは上述の如くクロマトグラフ上略々単一と見做し得るが，アスタシンの場合は 2 成分から成り，各々の溶出液，並びにクロマトグラフィー実施前の原液について吸光曲線を示すと第 4 図の如くである。しかしこの 2 成分が結晶中に既に存在するとしても，それを分離結晶せしめることが困難であつたのでアスタシンの吸光係数の測定には両者を区分せず一応そのまま用いた。結晶は何れも，アセトン，ピリジン，二硫化炭素及びベンゼンには可溶なので吸光係数の測定は比較的容易であるが，石油エーテ

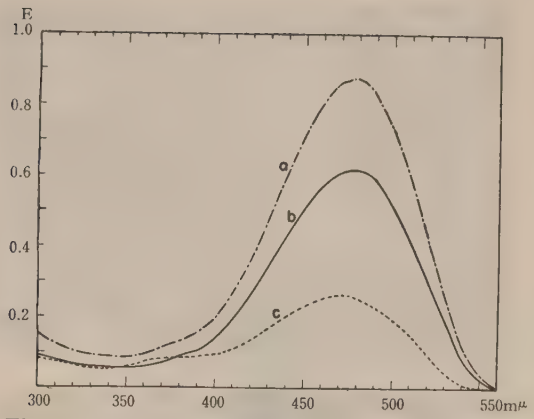



**Fig. 4.** Absorption spectra in n-hexane of astacene prepared from crawfish.
a: Original preparation before chromatography.
b: Ac.-Fr. A (fraction obtained as the lower band by chromatography on $CaCO_3$)
c: Ac.-Fr. B (fraction obtained as the upper band by chromatography on $CaCO_3$)
(There is no quantitative relation among 3 spectra.)

**Table 1.** Absorption maxima and extinction coefficients of crystalline astaxanthin and astacene.

| | Astaxanthin | | Astacene* | |
|---|---|---|---|---|
| Solvent | $\lambda$ max. | $E^{1\%}_{1\,cm}$ ($\lambda$max) | $\lambda$ max. | $E^{1\%}_{1\,cm}$ ($\lambda$max) |
| Petr. ether | 470～1 | 2400 | 476～7 | 2300 |
| n-Hexane | 471 | 2250 | 477～8 | 2200 |
| Cyclohexane | 474 | 2150 | 481 | 2100 |
| Acetone | 477 | 2200 | 483 | 2100 |
| Benzene | 488 | 1990 | 494～5 | 1930 |
| Pyridine | 492 | 1980 | 497 | 1870 |
| $CS_2$ | 505～6 | 1750 | 512 | 1660 |

* This sample may contain a small amount of mono-cis isomer of astacene, but its $\lambda$ max. agrees apparently with that of astacene, which is represented by the sign of "Ac.-Fr. A" in this report (cf. Fig. 4).

ル，n-ヘキサン，シクロヘキサンには直接溶解し難いので，後者3種溶剤の場合はそれぞれ一旦アセトン溶液とした上，これに目的の溶剤を加え，更に水を加えて色素を移行させ，水洗を繰返えして完全にアセトンを除去，次で芒硝により脱水した後，吸光値を測定する。然し乍ら後者の場合の様な方法では芒硝による色素の吸着が起る為に濃度既知の色素溶液を得ることは出来ない。また溶剤を駆逐して色素重量を精確に求めることも技術上困難である。そこで吸光係数の算出に必要な上記溶液中の色素濃度は次の如くして間接的に求めた数値を用いた。即ちこの溶液の一定量を取り，$N_2$ ガス気流下，溶剤を減圧濃縮乾固した上，吸光係数既知の溶剤（アセトン，ピリジン，二硫化炭素，ベンゼン）の一定量に再び溶し，この溶液の吸光値を測定することにより，色素濃度を算出して用いた。結果は第1表の如くである。

### II サケ，マス類筋肉色素の同定

試料には 1956 年8月北洋にて漁獲せる5種のサケを 3～5 カ月間 −20°C に貯蔵せるものを使用した。なお以下述べる各処理は 10°C 以下，暗所で行つた。

#### (1) 色素の抽出

凍結筋肉を分取，よく磨砕した後，その 10 g をアセトンにて抽出，No. 3 グラスフィルターで沪過する。この様にして抽出を 4～5 回繰返えし，色素を完全に抽出する。抽出液全量（100～150 cc）を合し，減圧濃縮（$N_2$ ガス気流下で行う。以下同様）する。この濃縮液から色素を石油エーテルに移行せしめる。本溶液は多量の脂質を含み，水洗するとエマルジョンを生成し色素の損失が大きいので，アセトン除去には次の如くした。即ち芒硝で脱水（この場合は脂質の存在の影響か芒硝による色素の吸着は認められない），これを No. 4 グラスフィルターで沪過，減圧下で再び溶剤を完全に除去した上，石油エーテルに溶した。この場合石油エーテル溶液の色素濃度が低過ぎることは次のクロマトグラフィーに差支えるが，濃過ぎると色素が析出する場合があり，この溶液の $\lambda$ max. に於ける吸光値は 1～3 程度が適当である。

**(2) 脂質の分別除去**

抽出液中に混在する非カロチノイド物質が分配試験法やカラムクロマトグラフィー実施の際著しく色素の分離を阻害するので，非カロチノイド物質の除去方法につき種々検討した結果，Cellulose powder を使用することにより，この分離が可能であることを見出した。即ち Cellulose powder（東洋沪紙製のものを水及びアセトンで充分洗滌した後，減圧にて室温乾燥したもの）20 g を径 3.5 cm，長さ 30 cm のカラム（カラムの外部は氷冷水を通じて可及的低温に保つ）に充塡し，前項に記した色素の石油エーテル溶液 5 cc を加えた後，石油エーテルを流下させると，可視部にカロチノイド特有の吸収を示さない油状物質が流出する（Fr.-1）。一方色素はすべてカラムに強く吸着される。Fr.-1 を分離した後，直ちにアセトンを添加すれば色素は容易に溶離し得る（Fr.-2）。第5図はギンザケ筋肉色素の石油エーテル溶液及び Fr.-1, 2 の吸光曲線を示したものである。

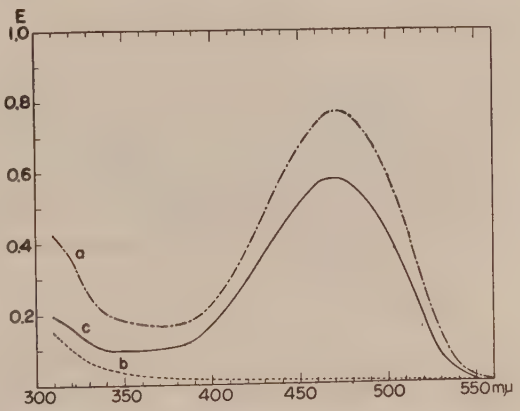



**Fig. 5.** Absorption spectra in petroleum ether of muscle extract of silver salmon.
a: extract solution before chromatography.
b: Fr.-1 (lipid fraction obtained by chromatography on cellulose powder)
c: Fr.-2 (pigment fraction obtained by chromatography on cellulose powder)
(There is no quantitative relation between (a) and (b) or (c).)

なお β-カロチン標品（ロッシュ社製）の石油エーテル溶液を用いて同様のクロマトグラフィーを行つたところ，β-カロチンは Fr.-1 と同様全く吸着されないことが判つた。従つて若し筋肉試料溶液中に β-カロチンが存在するとすれば Fr.-1 に混在する筈である。然し乍ら，第5図に示す如くサケ肉色素の Fr.-1 にはカロチノイド特有の吸光曲線を認め得ない（この図に於て曲線 b の測定に用いた試料溶液は鮮肉 5 g の抽出油を溶剤 15 cc に溶したものであるが，この 10 倍の抽出油を含む溶液でも同様に形状の吸光曲線が得られている）ことから β-カロチンを含有しないものと一応推定されるのであるが，更にこの点を確める為，アルミナを吸着剤としてクロマトグラフィーにかけ，β-カロチン標品を試料溶液中に微量添加した場合との比較を試み，原試料溶液中に β-カロチンの含まれないことを確めた。

**(3) 色素区分 (Fr.-2) のクロマトグラフィー**

Fr.-2 の石油エーテル溶液（アセトンで溶離，石油エーテルに移行せしめたもの。以下同様）を 90 % メタノールとの間で分配試験を行つたところ，色素はすべて下層に移つた。仍つて Fr.-2 の色素は遊離型のキサントフィルと思われる。また Fr.-2 の可視部の吸光曲線に於ける $\lambda_{max.}$ はアスタキサンチンのそれと略々一致するが，標品溶液で得られる程明瞭な位置を示さず，他の色素の混在を思わせる。そこでこの溶液につき更に次の如きクロマドグラフィーによる分析を行つた。

アスタキサンチンを含む色素溶液の同定には従来アルミナ及び $CaCO_3$ が最も多く用いられている。そこで先ず Fr.-2 の石油エーテル溶液をアルミナに添加して色素を吸着せしめ 2 % 氷醋酸－EtOH 溶液で展開したところ，色素はすべて流下し，2.5 % KOH－EtOH 溶液で展開される色素は存在しない。KUHN ら[2] に従えば，この色素はアスタキサンチンのみでアスタシンは存在しないと考えられる。

次に $CaCO_3$ を吸着剤としてクロマトグラフィーを行つてみた。先ず GOODWIN ら[6] 及び NICOLA[7] の方法に従つて 4 % EtOH－石油エーテル溶液で展開を試みた場合は単一の band しか示さなかつたが，展開剤について種々検討した結果は実験 I－(2) の項に記した如く，2 % アセトン（又は 0.5 % EtOH）－石油

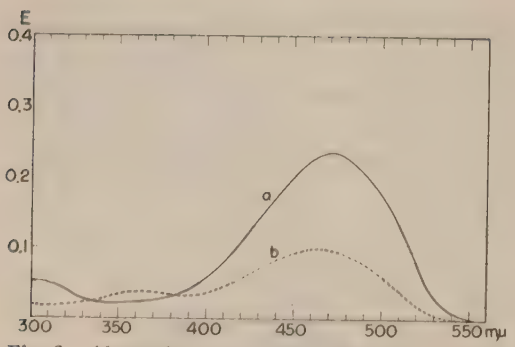



**Fig. 6.** Absorption spectra in petroleum ether of pigment fraction of silver salmon.
a: Fr.-2-1 (fraction obtained as the lower band by chromatography on $CaCO_3$)
b: Fr.-2-2 (fraction obtained as the upper band by chromatography on $CaCO_3$)
(There is no quantitative relation between 2 spectra.)

エーテル溶液で展開すれば極めて良い分離能を示すことが判つた。一般には2つの band，即ち吸着の弱い区分 (Fr.-2-1) と吸着の強い区分 (Fr.-2-2) とに分れ，量的には前者の方が遙かに多く，大約の比率は 9 : 1 程度であつた。この両者の吸光曲線は第6図の如くである。

Fr.-2-1 の石油エーテル溶液における $\lambda_{max.}$ は 470～472 mμ にあり，前記結晶標品と比較展開するとアスタキサンチンと一致し，またこれをアルカリ処理してクロマトグラフィーを行つたところ，その挙動及び吸光曲線が Ac.-Fr. A, B に一致する色素を得た。一方 Fr.-2-2 の石油エーテル溶液における $\lambda_{max.}$ は 465～466 mμ にあり Ax.-Fr. A のそれより約 5 mμ 短波長側に偏してをり，且つ 370 mμ 附近に小さい吸収極大が見られる。この区分を更にアルカリ処理した後，吸光曲線を調べたところ $\lambda_{max.}$ は 472 mμ に移り，これは Ac.-Fr. B の $\lambda_{max.}$ に一致する。

以上の様な分析の結果は北洋産の5種類のサケ，マス類何れも殆んど同様であつた。

## 考　　察

実験Ⅰ—(2) の項において述べた如く，ザリガニより得たアスタシン標品はクロマトグラフ上 Fr. A 及び B の両成分を生じ，量的には Fr. A が主成分である。この両者の吸光曲線を比較すると Fr. B の主吸収極大は Fr. A のそれより約 5 mμ 短波長側に偏して現われる。而も Fr. B では 320～380 mμ に小さい吸収極大が認められるのに対して Fr. A は全くこれが認められない。ZECHMEISTER ら[8] の数種のカロチノイドについての所見がこの場合にも適用するならば，Fr. A は全トランス型アスタシン，Fr. B はモノシス型アスタシンであろうと思われる。なおこの両区分がクロマトグラフィー実施前の石油エーテル溶液中に既に混在することは第4図から明らかであるが，これが結晶標品中に既に存在するものか，或いは石油エーテル溶液とするまでの過程に生ずるものか，またクロマトグラフィー操作中に増加するか否か等の点については未だ明らかでない。今後検討したいと考えている。次に Ax.-Fr. B は量的には極めて微量であるため未だ精査し得ないが，その主吸収極大が 465～466 mμ に現われること，またアスタキサンチンの石油エーテル溶液を加温したり，クロマトグラフィー操作が永引いたりすると生成量の多くなる傾きを示すことなどから Ax.-Fr. B は Ax.-Fr. A から変化生成したモノシス型異性体ではないかと想像している。

サケ肉色素の同定試験において何れの魚種もクロマトグラフ上2種の色素 Fr.-2-1 及び Fr.-2-2 を生ずる。前者は Ax.-Fr. A に一致し，後者は前述の如くその $\lambda_{max.}$ が Ax.-Fr. A のそれより約 5 mμ 短波長にずれていること，及び 320～380 mμ にシス極大と思われる吸収をもつこと等からこの区分の色素はアスタキサンチンのモノシス異性体，即ち Ax. Fr. B ではないかと考えられる。なおこの後者区分は抽出等の諸操作を迅速，低温で行うときは極めて量が少ないが，高温或いは長時間かかつて操作する場合，特に Cellulose powder によるクロマトグラフィーの操作中に増大する等の点から，何れにしても死後或いは操作中における生成物であろうと思われる。従来生物死後の組織中にアスタシンの存在することがしばしば報ぜられてきたが，本実験においてはアルミナ，$CaCO_3$ 両吸着剤を用いてのクロマトグラフィーによりアスタシンを認め得ず，アルカリ性で酸化して始めてアスタシンを生ずる。従来の所見はアスタキサンチンのモノシ

ス異性体をアスタシンと誤認したものではないかと考える。なおこの他認むべき程の成分も現われない。β-カロチンの含まれぬことも前記の如くである。ここにサケ肉成分中のカロチノイドはアスタキサンチンのみより成ると考えて先ず誤りないであろう。

## 要　　約

（1） イセエビ及びザリガニから結晶アスタキサンチン及びアスタシンを調製し，それらの各種溶剤における吸光曲線及び吸光係数を測定した。

（2） 調製した結晶アスタシンはクロマトグラフィーにより2成分に分れ，その1つはアスタシンのモノシス異性体と考えた。

（3） サケ，マス類のカロチノイドの分析方法を検討し，北洋産サケ，マス類5種の筋肉についてその色素の同定を行つた結果，色素はアスタキサンチン及び少量のアスタキサンチンモノシス異性体と思われる色素からなることを認めた。なお後者は死後または抽出その他の操作中に生ずる二次的生成物と推定される。

終りに臨み，本実験に当り，終始御指導を賜わつた松浦文雄教授に衷心より謝意を表する。試料を提供して頂いた大洋漁業株式会社，日魯漁業株式会社並びに日本水産株式会社に厚く感謝する次第である。なお本研究は一部文部省科学試験研究費の支出を仰いだ。記して謝意を表する。

## 文　　献

1) N.A. SÖRENSEN: Z. Physiol. Chem., **235**, 8 (1935).
2) R. KUHN und N.A. SÖRENSEN: Ber., **71**, 1879 (1938).
3) D.M. STEVEN: J. Exptl. Biol., **25**, 369 (1948).
4) R. KUHN, J. STENE und N.A. SÖRENSEN: Ber., **72**, 1688 (1939).
5) T.W. GOODWIN: Biochem. J., **50**, 550 (1952).
6) T.W. GOODWIN and S. SRISUKH: Biochem. J., **45**, 268 (1949).
7) M. DE NICOLA: Biochem. J., **56**, 555 (1954).
8) L. ZECHMEISTER and co-workers: J., Am. Chem. Soc., **65**, 1522, 1528, 1535, 1940 (1943); **66**, 137, 317, 322 (1944); **67**, 108 (1945); **69**, 1930 (1947).

# 血合筋肉の化学的研究—Ⅷ.
## マグロ血合筋肉よりの結晶チトクローム C に就いて

松浦文雄・橋本周久
(東京大学農学部)

## Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—Ⅷ.
## Preparation of Crystalline Cytochrome C from the Red Muscle of Tunny-Fish

Fumio Matsuura and Kanehisa Hashimoto

Crystalline cytochrome c (Cyt) was prepared from the red muscle of tuna, *Neothunnus macropterus*, by the method of Hashihara[1,9] with some modification (Fig. 1). The twice-recrystallized preparation was then analyzed for the iron content, spectral and electrophoretic properties.

The iron content of this preparation was found to be 0.487%, which is slightly higher than the values of crystalline Cyt's from other sources (0.43～0.47%)[2,3,6]. The spectral characters agreed fairly well with those for amorphous Cyt's reported before[1], except the lower absorption coefficient for minimum (about 535 mμ), which makes the ratios of $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{535}$ and $\varepsilon_{520}/\varepsilon_{535}$ higher (Fig. 2 and Tables 1 and 2).

The electrophoretic experiments revealed the general resemblance of pH-mobility curve of tuna Cyt to those of horse, beef, pig, and chicken[18], though Cyt of the former moved more rapidly than the latter in the strongly acidic or alkaline pH range (Fig. 3). The isoelectric point of tuna Cyt was found to be pH 10.2, which is slightly lower in pH value, as compared with those of all the other species above-mentioned (pH 10.7～10.9)[18].

先年マグロ血合筋肉からイオン交換樹脂処理を含む方法によつてチトクローム c (以下 cyt と略称) を調製し，その Fe 含量，スペクトル的性質を同処理を行わないものと比較して報じた[1]。1955 年 Bodo[2]によつて初めて Cyt 結晶が得れて以来，種々の動物の心筋或いは酵母からの Cyt の結晶化が報ぜられており[3～6]，魚に就いてもマクロ，カツオの心筋から Cyt の結晶が得られている。然したがら魚類の骨髄筋から Cyt を結晶状に得た例を聞かない。著者らは先に魚類血合肉に Cyt の比較的多いことを観察したので入手の都合上マグロを選び血合筋肉 Cyt の結晶化を試み，得られた結晶標品の Fe 含量，スペクトル的性質，電気泳動的性質等を調べたのでここに報告する。

### 実験及び結果

**結晶 Cyt** キハダマグロ (*Neothunnus macropterus*) の深部血合肉を原料とした。調製方法はほぼ萩原氏法[1,9]によつた。本法は同氏によつて詳細に記述されているので省略するが，これに述べられている操作中 "Keilin-Hartree 飽和硫安法" による精製段階は省いても差支えのないことを体験した。本法は濃厚硫安溶液で抽出するため抽出液への夾雑蛋白の混入が著しいが樹脂吸着の段階で Cyt 以外の大部分の蛋白が脱落するので支障なく，又 myoglobin の同時調製も可能である等の利点がある。更に在来法の代表たる Keilin-Hartree 法[10]ではトリクロール酢酸 (TCA と略称) 抽出を含むが，Cyt は TCA との接触によつて modify されることが近時報ぜられており[11,12]，この点からも硫安抽出は好ましい。

1958 年 1 月 23 日受理
* 昭和 32 年 10 月 9 日 日本水産学会秋季大会 (函館) において講演した。

さてマグロ Cyt を赤血塩により酸化後，クロマトにかけると3ケの band に分れ牛の場合[9]に似ている。移動速度の早い方から A, B, C, と名付けると，A は可成り早く，B がそれに続き C は殆んど原位置に留まる。量的には一般に A が圧倒的に多かつた（一例，A 83%，B 13%，C 4%）。但し原料の鮮度の低い場合には一部が modify されるためか C の増加する傾向が見られた。次に A band を集め少量の樹脂への吸着，溶離によつて Cyt 濃度を数%に高め $NH_3$ 水で pH 9～10 とし，微量のアスコルビン酸で還元後，硫安粉末を加えて微濁に至らしめ放置（室温）すれば大抵一晩後に結晶を得る。同様にして再結晶

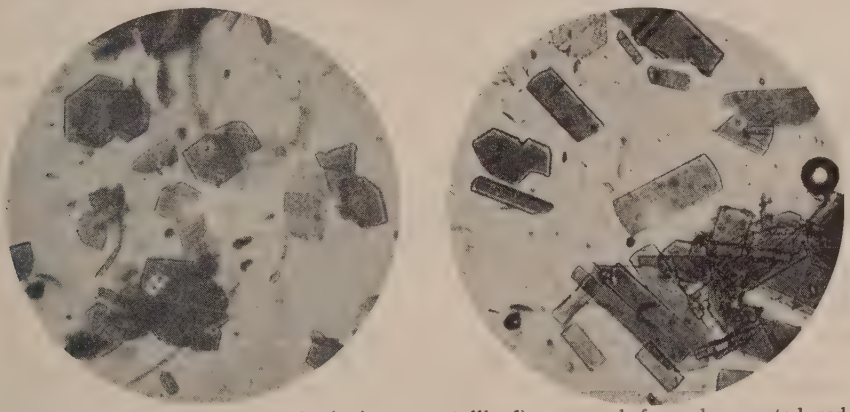


**Fig. 1.** Cytochrome c crystals (twice-recrystallized) prepared from deep-seated red muscle of tuna, *Neothunnus macropterus* (×550). (Two crystal forms, which are obtained under slightly different conditions, are shown).

を行つた。Cyt の結晶形は析出時の pH 等によつて異り六角盤状又は桿状で色は還元型のため淡紅色であつた (Fig. 1)。なお収量はクロマト前段で原料 1 kg から 100 mg 程度（最高 120 mg）であるが，概して夏場のものの方が冬のものよりも収量の良い傾向があつた。再結二度の後結晶を遠心分離によつて集め少量の蒸溜水に溶解し約 0.01 N の $NH_3$ 水に透析して硫安除去後，以下の分析に供した。

**Fe 含量**　透析を終えた Cyt 溶液につき乾物量と Fe 含量の同時測定を行つて Cyt の Fe 含量を算出した[1]。Fe 定量は o-phenanthroline 法[13]によつた。分析の結果によれば本標品の Fe 含量は 0.487 % であつた（同時に行つた標準 Fe の回収率は 98.5 %であつた）。

**スペクトル的性質**　透析 Cyt 溶液の一部を用い色素濃度 0.02 mM 程度（約 0.025%）に稀釈し BECKMAN spectrophotometer によつて酸化及び還元両型のスペクトルを主に可視部につき測定した。稀釈には文献値との比較上 acetate buffer（最終濃度 0.1 M, pH 6.0）及び NaOH（最終濃度 0.2 N, pH 12.5～13）とを使用した。還元剤にはアスコルビン酸又は $Na_2S_2O_4$ を用いた。酸化型は NaOH 使用の時は Cyt が自動酸化するのでそのまま測定できる。acetate buffer 使用の場合は 1%赤

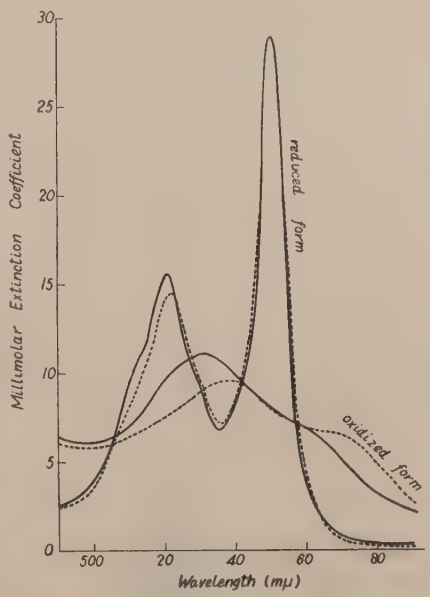



**Fig. 2.** Absorption curves of tuna cytochrome c in acetate buffer (0.1 M, pH 6.0, full-lines) and in NaOH (0.2 N, dotted-lines).

**Table 1.** Spectrophotometric constants ε (c=1 mM per *l.*, d=1 cm.) for cytochrome c of tuna. (Spectrophotometry was carried out in acetate buffer (0.1 M, pH 6.0)).

| Form | Wavelength | Fe content 0.487% (tuna) | 0.466% (beef)[14] | 0.452% (salmon)[20] |
|---|---|---|---|---|
| Reduced | 550 mμ (max.) | 28.9 | 26.9 | 26.2 |
| | 535 mμ (min.) | 6.8 | 7.0 | 7.0 |
| | 520 mμ (max.) | 15.5 | 15.5 | 15.0 |
| | Extinction ratio: | | | |
| | $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{535}$ | 4.26 | 3.82 | 3.70 |
| | $\varepsilon_{520}/\varepsilon_{535}$ | 2.29 | 2.20 | 2.13 |
| | $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{280}$* | 1.02 | 1.17 | 1.00 |
| Oxidized | 530 mμ (max.) | 11.1 | .... | .... |

* $\varepsilon_{280}$, in oxidized form.

**Table 2.** Spectrophotometric constants ε (c=1 mM per *l.*, d=1 cm.) for cytochrome c of tuna. (Spectrophotometry was carried out on 0.2 N NaOH solution).

| Form | Wavelength | Fe content 0.487% | 0.346%[1)] | 0.427%[1)] |
|---|---|---|---|---|
| Reduced | 550 mμ (max.) | 28.8 | 29.0 | 29.8 |
| | 536 mμ (min.) | 7.2 | 7.7 | 8.1 |
| | 522 mμ (max.) | 14.5 | 15.0 | 15.8 |
| | Extinction ratio: | | | |
| | $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{536}$ | 4.00 | 3.79 | 3.69 |
| | $\varepsilon_{522}/\varepsilon_{536}$ | 2.02 | 1.97 | 1.94 |
| Oxidized | 534~6 mμ (max.) | 9.5 | 9.3 | 10.1 |

血塩溶液で酸化した。この場合は紫外部 (280 mμ) における吸光値をも測定したが微量の赤血塩の存在も紫外部吸収に影響するので樹脂を通して過剰の赤血塩を除き溶離液を同 buffer に透析して測定に付した。結果は Fig. 2 及び Table 1~2 に示す如くであつた。Table 1 中に還元型の 550 mμ の極大値と酸化型の 280 mμ の極大値との比率，$\varepsilon_{550}/\varepsilon_{280}$ を掲げてあるがこれは従来Cyt標品の純度の指標として用いられているものである。即ちCytの芳香族アミノ酸含量は一般に低いことが観察されており，Cyt標品中に混在蛋白があればその中のこれらアミノ酸による 280 mμ の吸収が大きくなつて上記の比率の低下を来すので純度の目安となりうる訳である。測定の結果，この比は 1.02 であつた。又 Cyt は加熱，TCA，pepsin 等の処理によつて "modify" されると生理的な pH でも自動酸化したり，CO と反応する様になることが知られている[11,12,15~17]ので本標品についてこの点を調べたが，CO との反応性は皆無であり斯様な "modification" を全く受けていないことが判つた。

**電気泳動的性質**　本標品の電気泳動的挙動を TISELIUS 装置を用いて調べた。buffer にはイオン強度 0.2 の種々の pH (4°C にて測定) のものを使用した。水槽温度は 4°±1°C であつた。Cyt 溶液を buffer に透析中沈澱は全く生じなかつた。なお泳動時の色素蛋白濃度は 1% 弱とした。泳動の結果，本標品はどの pH でも単一峰を示した。泳動時の Cyt の型態は酸化還元両型の混りであるが，それにも拘わらず上記の如く単一峰を示すのはマグロ Cyt も他種 Cyt[18] と同様に両型の電気泳動的性質の同一なことを意味している。pH と易動度との関係は Fig. 3 に示す如くであり，その等電点 (pI) は該条件では pH 10.2 にある。参考のため併記した馬[18]では 10.9 である。

## 考　　察

**Fe 含量**　本実験で得たマグロ Cyt の Fe 含量 0.487% は従来報告のあつた結晶ベンヤン Cyt[2] での 0.430~0.444%，同じく牛[3]での約 0.47%，クジラでの 0.45~0.47% 等に比べやや高い。しかしクロマトで分離した A, B, C 各 band も厳密には未だ単一でなく例えば A band でも比較的初期に溶出してくる区分は種々の吸光比がやや低かつたが，終りに近い或る分画では $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{280}$ の最高値 1.06 を示した。本実験では A band を一まとめにして Fe 含量 0.487% の標品を得た訳であるが，A band の特定の分画のみ

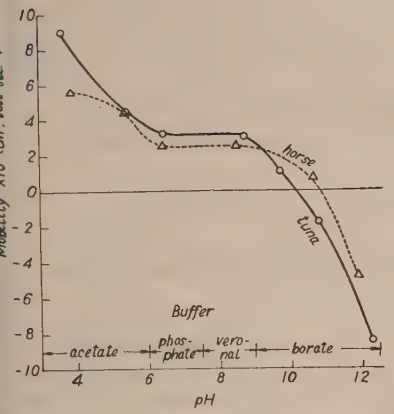



**Fig. 3.** pH-mobility curve for cytochrome c of tuna and of horse[18], in buffers of $\Gamma/202$.

を用いればFe含量の更に高い標品の得られる可能性がある。因みに牛Cytをクロマトにかけ Fe 含量 0.496% の分画を観察したとの報告[19]がある。

**スペクトル的性質**　本結晶標品のスペクトル的性質は総じて無定形物質でのそれと大差ない。先に著者ら[1]は "0.34% Fe" の Cyt も "0.43% Fe" Cyt もほぼ同じ可視部スペルトルを呈することを報じた。よつてクロマトで純化し結晶化して多少 Fe 含量を高めてもスペクトルが俄かに変ることは予期せられないところであつた。但し 535 mμ の極小値が非結晶のものに比べてやや低く，そのために 2 ケの極大値に対する吸光比が多少高くなつている。この比率は長期貯蔵しておくと低下する傾向にあり 3～4°C で数ケ月貯えたものでは $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{535}$ 3.84, $\varepsilon_{520}/\varepsilon_{535}$ 2.15 であつた (acetate buffer 中測定)。次に Table 1 に示す如く本標品の $\varepsilon_{550}/\varepsilon_{280}$ は 1.02 であり，この値は最近松原氏ら[7]がマグロ及びカツオ心筋よりえた結晶 Cyt での値 1.04±0.02 にほぼ一致し，又サケ (無定形)[20]での 1.00 にも近い。一方馬[12]，牛[5]等哺乳類及びニワトリ[20]，ペンギン[2] 等鳥類ではこの吸光比は 1.15～1.29 の範囲にあり一般に魚類よりも明かに高い。これらの事実は魚類 Cyt が哺乳類乃至鳥類のそれよりも芳香族アミノ酸含量の高いことを意味している。しかしクジラ[6]は哺乳類でも 1.00 であり魚に近い。なおこの比率も標品を長く貯蔵すると漸減する傾向にあり数ケ月を経たものでは 0.95 内外であつた。このものは又多少の自動酸化部分を含み前述の如く CO との反応性によつて測定すると全体の 7～8% を占めた。

**電気泳動的性質**　pH と易動度との関係は概して馬 (牛，ブタ，ニワトリも殆んど同じ)[18]と似ているが pH 6 以下及び 9 以上で急に易動度の増大する点がやや馬と趣きを異にする。pH 6～9 間でマグロ Cyt の易動度のほぼ一定化することは，ウマの場合と同様である。このことはサケ Cyt の滴定曲線等から PALÉUS[20]がすでに記している様にこの pH 範囲で解離する基の少いことを意味する。マグロ Cyt の pI は約 10.2 であり，これはほぼ同条件で求められた馬，牛等での pI 10.7～10.9[18]より多少低い。後者の実験では pH 9～12 で glycine buffer を用いている点が本実験 (borate buffer) と異るが，これらの buffer 中の Cyt の易動度が殆んど一致することが報ぜられている[21]ので，相互の比較を妨げない。魚の蛋白が哺乳類のそれに比べて低い pI を示す例は比較的多く著者らもマグロ[22]，カツオ等の hemoglobin でこれを見ているが Cyt もこの例に洩れない。

## 要　　約

1. マグロ深部血合肉から Cyt の結晶 (Fe 0.487%) を調製し，その二三の性質を調べた。

2. 本標品のスペクトル的性質は無定形標品での前回の結果にほぼ一致するが吸光比にやや相違が見られた。

3. 電気泳動的性質は概して哺乳類の Cyt に似るが，pI はやや低く 10.2 であつた。

終りに臨み終始御指導を賜わつた森高次郎教授並びに種々御援助下された東海水研松本重一郎氏に深謝する。なお本研究は文部省科学研究費によつた。記して謝意を表する。

## 文　　献

1) 松浦文雄，山田茂英，橋本周久：本誌，**20**, 951 (1955).
2) BODO, G: *Nature* **176**, 829 (1955).
3) KUBY, S. A., PALÉUS, S., PAUL, K.-G., & THEORELL, H.: *Acta Chem. Scand.* **10**, 148 (1956).

4) Hagihara, B., Horio, T., Yamashita, J., Nozaki, M., & Okunuki, K.: *Nature* **178**, 629 (1956).
5) Hagihara, B., Morikawa, I., Sekuzu, I., Horio, T., & Okunuki, K.: *Nature* **178**, 630 (1956).
6) 石倉久之，千谷晃一，水上茂樹：日本生化学会関東部会講演（昭和 31 年 11 月 17 日）.
7) Matubara, H., Hagihara, B., Horio, T., & Okunuki, K.: *Nature* **179**, 249 (1957).
8) 松浦文雄，橋本周久：本誌，**20**, 308 (1954).
9) 萩原文二：蛋白質・核酸・酵素，**1**, 57, 121 (1956).
10) Keilin, D., & Hartree, E. F.: *Biochem. J.* **39**, 289 (1945).
11) Margoliash, E.: *Ibid.* **56**, 535 (1954).
12) Nozaki, M., Yamashita, T., Horio, T., & Okunuki, K.: *J. Biochem.* **44**, 453 (1957).
13) Drabkin, D. L.: *J. Biol. Chem.* **140**, 387 (1941).
14) Paléus, S.: *Acta Chem. Scand.* **4**, 1024 (1950).
15) Tsou, C. L.: *Biochem. J.* **49**, 362 (1951).
16) Tsou, C. L.: *Nature* **164**, 1134 (1949).
17) Boeri, E.: *Arch. Biochem. Biophys.* **52**, 83 (1954).
18) Tint, H., & Reiss, W.: *J. Biol. Chem* **182**, 385, 397 (1950).
19) De Barbieri, A., Scevola, M. E.: *Boll. soc. ital. biol. sper.* **31**, 688 (1955).
20) Paléus, S.: *Acta Chem. Scand.* **8**, 971 (1954).
21) Theorell, H.: *J. Am. Chem. Soc.* **63**, 1804 (1941).
22) 松浦文雄，橋本周久：本誌，**23**, 222 (1957).

# 各種抗生物質の鮪肉に対する鮮度保持効果

高塚 暹・俵 正・小野戈止
(大洋漁業株式会社東京研究所)

# Efficacy of Some Antibiotics as Preservatives for Fresh Tunny

Noboru Takatsuka, Tadashi Tawara and Hokoto Ono

In order to examine the virtue of some antibiotics applied as preservatives to fresh meat of tunny, the deterioration during storage reflected in sensory feature (see Tables 1—5) as well as in chemical character (see Tables 6—8 and Figs. 1—3) of the flesh was followed day by day using as sample uniformalized lots of fillet which were previously kept dipped for 30 min. respectively in one of 20 ppm solutions of the antibiotics to be tested. The results indicate that chlortetracycline, tetracycline, and oxytetracycline, all carrying naphthacene rings, truely possess notable efficacies as preservatives for keeping the tunny flesh in a good state.

真銅[1]は諸種抗菌性物質の食品防腐剤としての応用に関する基礎的研究において合成化学薬品，抗生物質を好気性腐敗細菌，糸状菌並びに酵母に供試しクロルテトラサイクリンは腐敗細菌に強く広い抗菌像を示すが，アルカリ側において抗菌力やや減少し，血液，ペプトンの拮抗作用を受けると述べている。富山[2][3]はクロルテトラサイクリンがイワシ，サバの鮮度保持に著効があると報告している。

これより先カナダの H.L.A. Tarr[4]は $NaNO_2$ を基準として各種抗生物質の魚に対する防腐効果を菌数測定により比較しているが著者等は化学的方法により魚肉変化の過程を検べた。その結果ナフタセン核を有するクロルテトラサイクリン，テトラサイクリン並びにオキシテトラサイクリンが著明な効果を有する事を確認したので，これについて報告する。なおクロラムフェニコールに就いては別に実験中である。

## I 実 験 方 法

**試料:** 大洋漁業三崎営業所々属の俊洋丸が三崎市場に昭和 31 年 1 月 13 日水揚した所の南緯 12°52′，東経 121°41′ で漁獲し，23 日間氷蔵された体重 33.7 kg (9 貫) のキワダマグロ *Neothunnus macropterus* (Temminck & Schlegel) を即日試験に供した。

**処理方法:** 魚歴の差異を除くため，1 尾の魚体を切開いて 8 ブロックとし夫々下記薬品に 1 ブロック宛与え，各ブロックは (3～4)×(4～5)×(4～5)cm 10 個の肉片として綿糸で縛り，各々 20 ppm の薬液 (但しペニシリンの単位は 1490 mg) 3 $l$ に 30 分浸漬の後引揚げ，肉片を 300 cc 容ビーカー中に懸吊して室温 (7°C～18°C) に放置し，経日変化を検べた。薬品の比較を主目的にする関係上と測定の都合上から薬品濃度は実用濃度をやや上回つたものにした。

**供試抗生物質:** アクロマイシン(日本レダリー製純度 99% 以上。Tetracycline HCl, T.C. と略記する)
オーレオマイシン(日本レダリー株式会社製，純度 99%以上。Chlortetracycline HCl, C.T.C. と略記する)
テラマイシン (台糖ファイザー製のカプセル品。Oxytetracycline HCl, O.T.C. と略記する)
デキストロマイシン (武田薬品工業株式会社製，D.M. と略記する)
ジヒドロストレプトマイシン (武田薬品工業株式会社製 S.M. と略記する)
ペニシリンカリウム (武田薬品工業株式会社製 Pe と略記する)
薬剤は何れも蒸溜水に溶解して使用した。但し D.M. はアルカリ側においてその抗菌作用が勝るので Kalex

1985 年 2 月 13 日受理

(Ethylenediamine tetracetic acid tetra sodium salt) を加えて液の pH を 8.0 に調製使用した。

**鮮度判定法:** 判定は官感検査の外，水素イオン濃度 (pH) 並びに一般に採用されている揮発性塩基窒素 (VB N) を厚生省衛生検査指針により測定し，なお試みとして揮発酸も定量して鮮度判定の資とした。

## II 実 験 結 果

### 1. 五感検査結果

処理した各肉片に就き毎日肉色臭表面の粘質物質並びにドリップの濁度に就いて観察した結果は第1表に示す通りである。但し第1日後迄は差異を認め難かつたので第2日目より記入する。

**Table 1.** Organoleptically observed effects of antibiotics on fish flesh preservation. (*Neothunnus macropterus*)

| time of storage | antibiotics | T. C. | C.T.C. | O.T.C. | D. M. | S. M. | Pe. | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 days | color | Reddish pink initial | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | odor* | − | − | − | − | ± | ± | − |
| | slime** | − | − | − | − | − | − | − |
| | drip*** | − | − | − | − | − | − | − |
| 3 〃 | color | initial | 〃 | 〃 | 〃 | Light red | 〃 | 〃 |
| | odor | − | − | − | ± | + | + | +P |
| | slime | − | − | − | ± | ± | ± | ± |
| | drip | − | − | − | ± | + | + | + |
| 4 〃 | color | initial | 〃 | 〃 | Red | Crimson | 〃 | 〃 |
| | odor | − | − | − | +H | ＃P | ＃P | +H ＃P |
| | slime | − | − | − | + | ＃ | ＃ | ＃ |
| | drip | ± | − | ± | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| 5 〃 | color | initial | 〃 | 〃 | Crimson | 〃 | 〃 | 〃 |
| | odor | ± | − | ± | ＃P | ＃H | ＃H | ＃H |
| | slime | − | − | − | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| | drip | + | ± | + | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| 6 〃 | color | Light red | initial | Crimson | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | odor | ±P | − | ±P | ＃H | ＃H | ＃H | ＃H |
| | slime | ± | − | ± | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| | drip | ＃ | + | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| 7 〃 | color | Crimson | initial | Crimson | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | odor | ＃P | ± | ＃P | ＃H | ＃H | ＃H | ＃H |
| | slime | ＃ | + | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| | drip | ＃ | + | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| 8 〃 | color | Crimson | Red | Crimson | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | odor | ＃P | +P | ＃P | ＃H | ＃H | ＃H | ＃H |
| | slime | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |
| | drip | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ | ＃ |

* odor
− initial ± little stench + a little stench +H haylike
＃H extremely hay like ±P little putrid +P a little putrid ＃P putrid
＃P extremely putrid

** slime
− no slime ± doubtful of slime + a little slimy ＃ remarkably
＃ extremely

*** drip (Degree of drip's turbidity)
− not turbid ± little turbid + a little turbid ＃ distinctly
＃ extremely

**(イ) 肉色に就いて**

試料に供した最初の肉色は帯赤桃色て，これが経日変化は紅色乃至鮮紅色より深紅色となる。これはヘモグロビン，ミオグロビンが還元され，或いはアムモニア，アミン等と醋塩を作るものと考えられているが，原色を維持し得た日数を処理別に比較すると第2表の如くである。

**Table 2.** Days for which initial color (reddish pink) was kept.

| antibiotics | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| days | 5 | 7 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 |

**(ロ) 臭気に就いて**

原試料特有な魚臭（非常に少い）を変化なく保持した経日日数は第3表の如くである。

**Table 3.** Days for which initial odor was kept.

| antibiotics | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe. | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| days | 4 | 6 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 |

**(ハ) 粘質物に就いて**

表面に粘質的の発生する迄の経日日数は第4表の通りである。

**Table 4.** Days for which any slime did not appear.

| antibiotics | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| days | 7 | 7 | 7 | 4 | 3 | 3 | 3 |

**(ニ) ドリップ濁度について**

ビーカー中に自然滴下した体液（2～3 cc）の混濁の状態を観察し，透明を維持した日数を比較すると第5表の通りである。

**Table 5.** Days for which transparency of drip was kept.

| antibiotics | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| days | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |

以上五感検査の結果を総合すると，対照は 1～2 日で変化し，S.M., Pe も同様で効果は認められなかつたが，C.T.C. は6日，T.C., O.T.C. は4日，D.M. は 2～3 日間変化せず，その効果は認められた。

**2. 化学分析結果**

各分析における0日の測定値は薬品処理前に行つたもので，これ等の数値は試料の個体差を示している。

**(イ) pH**

試料1に対して蒸溜水 10 を加えて，ミキサーに掛けガラス電極で pH を測定した結果は第6表及び第1図の通りである。明らかに Tetracycline 系のものが良好で，特に C.T.C. が優れている。

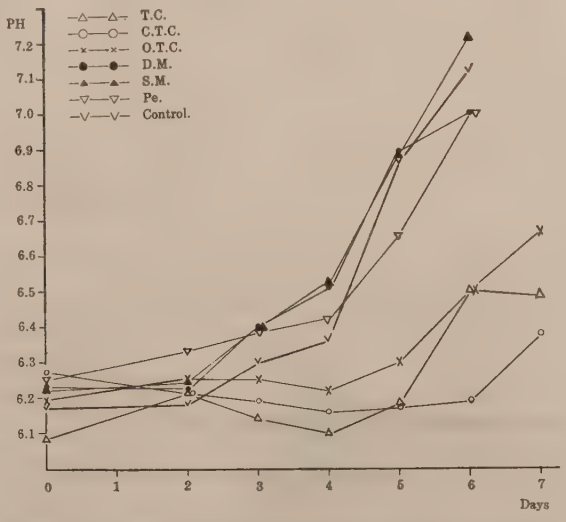



**Fig. 1.** Effect of antibiotics addition on pH change of flesh of *neothunnus macropterus*.

**Table 6** Value of pH

| antibiotics / time (days) | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe. | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 6.08 | 6.27 | 6.19 | 6.23 | 6.22 | 6.25 | 6.17 |
| 2 | 6.21 | 6.21 | 6.25 | 6.22 | 6.24 | 6.33 | 6.18 |
| 3 | 6.14 | 6.19 | 6.25 | 6.40 | 6.40 | 6.38 | 6.30 |
| 4 | 6.10 | 6.16 | 6.22 | 6.51 | 6.52 | 6.42 | 6.36 |
| 5 | 6.18 | 6.17 | 6.30 | 6.89 | 6.88 | 6.66 | 6.87 |
| 6 | 6.50 | 6.19 | 6.50 | 7.00 | 7.21 | 7.00 | 7.12 |
| 7 | 6.49 | 6.38 | 6.67 | — | — | — | — |

**Table 7.** Amount of volatile basic N. (mg.%)

| antibiotics / time (days) | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe. | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 15 | 17 | 18 | 16 | 16 | 15 | 16 |
| 2 | 18 | 15 | 15 | 17 | 16 | 15 | 16 |
| 3 | 15 | 14 | 15 | 19 | 27 | 25 | 23 |
| 4 | 17 | 15 | 15 | 37 | 59 | 38 | 41 |
| 5 | 18 | 15 | 17 | 64 | 78 | 79 | 81 |
| 6 | 28 | 15 | 24 | 102 | 152 | 104 | 130 |
| 7 | 42 | 20 | 31 | — | — | — | — |
| 8 | 75 | 28 | 94 | — | — | — | — |

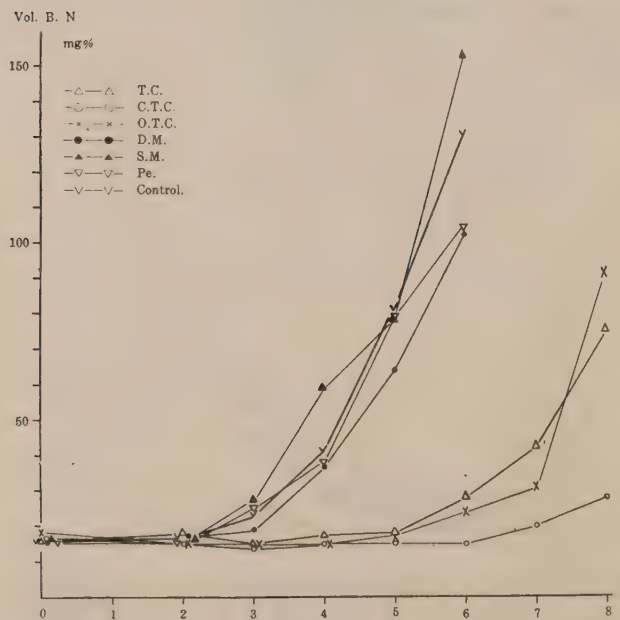



**Fig. 2.** Checking effect of antibiotics against volatile basic N development in flesh of *neothunnus macropterus*.

**（ロ） 揮発性塩基窒素**

測定の結果は第7表及び第2図に示す通りである。S.M., Pe は対照と同じく第3日後に急上昇したが, Tetracycline 系のものは第5日目迄殆んど変化なく，6日目に至り T.C. 及び O.T.C. が上昇し，C.T.C. は7日目に至つて初めて上昇し, Tetracycline 系のものの防腐効果は明らかであり，特に C.T.C. が著効を示している。

**（ハ） 揮発酸**

揮発酸の測定は試料 20gr. を細挫し，その初溜 50cc に対し，フェノールフタレンを指示薬として N/50 NaOH の滴数を試料 100gr. に換算して比較し第8表，第3図に示す。Tetracceline 系の T.C., O.T.C. は5日後に急上昇し，C.T.C. は7日に至り僅か上昇したに過ぎないが，D.M., S.M., Pe.

**Table 8.** Volatile acid (number of ml. of N/50 NaOH needed to titrate 100 g. of sample flesh)*

| antibiotics / time (days) | T.C. | C.T.C. | O.T.C. | D.M. | S.M. | Pe. | Control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 2.0 | 2.9 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 3.3 | 2.8 |
| 2 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 2.5 |
| 3 | 2.5 | 2.3 | 2.5 | 3.0 | 4.3 | 4.0 | 3.8 |
| 4 | 2.3 | 2.8 | 2.6 | 5.5 | 6.0 | 5.3 | 6.3 |
| 5 | 2.5 | 2.3 | 2.8 | 13.5 | 12.0 | 11.0 | 8.8 |
| 6 | 6.3 | 2.5 | 6.0 | 19.5 | 19.2 | 14.5 | 18.3 |
| 7 | 7.0 | 3.0 | 9.3 | — | — | — | — |
| 8 | 9.3 | 4.3 | 14.3 | — | — | — | — |

* The steam distillate obtained for 20 g. of flesh was titrated using its first 50 ml. fraction.

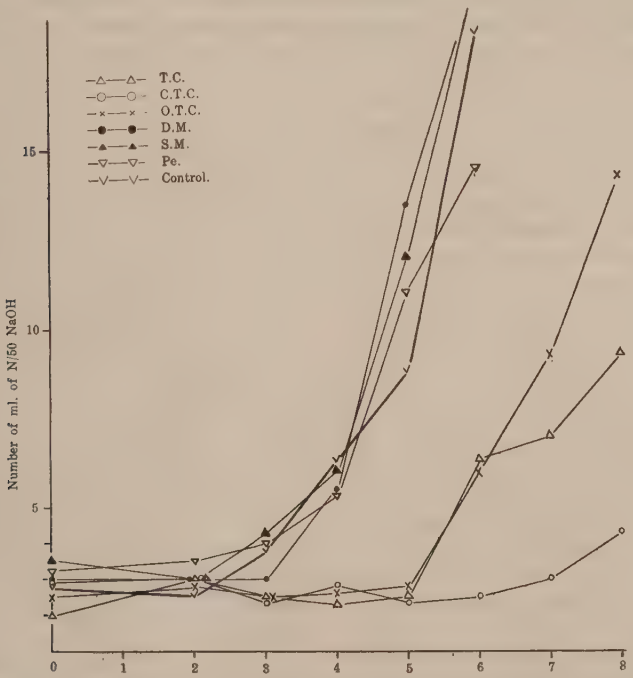



**Fig. 3.** Checking effect of antibiotics against volatile acid development in flesh of *neothunnus macropterus* (shown as ml. of N/50 NaOH neeced to titrate 100 g. of flesh).

並びに対照は2日乃至3日には何れも急激に上昇した。

以上分析結果において，pH 揮発性塩基窒素，揮発酸（初溜）の夫々の経日変化の傾向は非常に良く類似し，且つ，前記の官能検査結果に概ね順応した推移を示している。

## Ⅲ 考　　察

1. 本試験は鮪の保蔵限界を決める試験ではなく，各種抗生物質の効力比較試験であるから，1尾を分割

して試料としても差支えないものと考える。

2. 然し，魚体の部位別による肉質の差異につき不安があつたので，それを極力避ける様試料を採り，0日における肉色，揮発性塩基窒素量で差がないことを確かめた。

3. 「ウランド」魚体の場合は外部からの細菌作用の外に内臓の酵素細菌作用の因子が経日変化に影響を与えるので，化学分析結果と官能検査結果の不一致も起り得るが，本試験では切身を使したので肉質は凡て均一で専ら二次的な細菌作用に対し，薬品が直接作用した結果，官能検査と化学分析の経日推移が非常によく一致したものと考えられる。

4. 供試抗生物質6種の 20 ppm の濃度では，鮪肉の鮮度保持には C.T.C. が最も有効で，T.C., O.T.C. がこれに次ぎ D.M. は僅か有効で，Pe., S.M. は無効である。

本試験報告に際し，報文の御校閲を賜わつた当研究所々長東京已博士に深甚なる謝意を表する。

## 文　　献

1) 真銅参太郎: 腐敗研究所報告, **4**, 28 (1951).
2) 富山哲夫，野村稔，黒木俊一: 本誌, **21**, 262～266 (1955).
3) 富山哲夫，黒木俊一，野村稔: 本誌, **21**, 958～961 (1955).
4) H.L.A. Tarr et al: *Progress Report of the Pacific Coast Stations*, **83**, 35 (1950). *Food Tech.*, **6**, 363 (1952).

# 抄　録

**養魚池内のポピュレーションの平衡是正についての実験**　CARLANDER K. D. and R. D. MOORMAN: *Prog. Fish-Cult.*, **19** (2), 92～94 (1957).　池の生産に関して魚種間のポピュレーションの平衡を是正するには，技術的に様々の困難がある。その一つとして，池の中のポピュレーションの平衡を判定する方法の問題があるが，SWINGLE ('45) が述べているミノー引網法をアイオア州の池において試みたところ，池の種々の事情によつてその判定結果にある程度の誤差はあらわれるが，多くの場合にかなり信頼できる結果が与えられた。

次に，バスとブルーギルとのポピュレーションの平衡を適正にして生産を高めるために，いろいろな方法を適用してみた。即ち，魚苗を補充したり，或いは網を入れて間引き，特に繁殖，成長の盛んなクラッピーを取除くことを行つたり，或いは好ましくないポピュレーションをもつた池にロテノンを加えて，改めて魚を入れるといつた様々の方法を試み，あるものは成功したが，あるものは失敗した。それらについて報告し論じた。(日々谷)

**漁獲量を予報し又最大にするための数学的モデルの選択と解法**　K. F. F. WATT: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **13** (5), 613～645 (1956).　大規模な資源調査を行なうのに，はじめに立てた計画にあやまりがあると，大きな無駄をすることになる。そして，その計画はある数学的モデルに基ずいて考えられるので，モデルの選択は本質的に重要である。今までに4つのモデルが提案されている。簡単な方から順に，資源量とその資源の自然増加量の関係を考える方法（ロジスティック曲線を利用して）漁獲物の年令組成から翌年の漁獲量を統計的に予想する方法，死亡や成長を微分方程式であらわして解いていく方法，及び著者がここに提案する資源変動に関連あるすべての要因を入れて統計的その他の方法で解くことである。簡単なモデルほど必要なデータは少なくてすむが，得られる結果も信頼性が薄い。研究者はこれらの利害を考えた上でモデルを選択しなければならない。次にこれ等のモデルを解くためのデータについて考えると，すべてのモデルについて努力量の推定が問題になるが，特にその時間的空間的かたよりを除くことが必要である。第3，第4のモデルでは標識放流をやる必要があるが，その際に，魚の動き，標識の影響などについて慎重な考慮を要する。標本抽出にあたつては，魚の習性等を考えなければ充分な結果が得られない。(田中)

**漁業資源の成長と死亡の推定**　J. A. GULLAND: *Fish. Invest.* Ser. II, **18** (9), pp. 46 (1955).　全3部からなり，第1部では漁獲物からの標本の解析法についてのべている。体長組成については，船間変動が大きいので，小さい標本を数多くとることがよいといえる。層別は勿論推定精度を高めるが，漁場や月による層別より，銘柄別の方がずつと効果的である。年令査定の誤差は，その分散が年令とともに増大する時，及び偏りのある時に重大になるが，さもない時にはそれほど大きな影響を与えない。年令組成は体長によつて層別すると，その精度が高くなる。第2部では努力量の問題が魚の分布とも関連させて述べられている。努力量を面積で割つたものを漁業の強さ (fishing intensity) とよび，又努力当漁獲量は魚群密度に比例すると考える。いろいろの条件で努力当漁獲量は変動するが，このうち，魚群密度と漁業の強さの分布の偏りによる影響は，空間や時間を層別することによつて除かれる。船の大きさによる換算，延縄や流網の場合の飽和の影響を除くことも考えられる。総努力量の推定は標本船のデータからなされる。即ち，標本努力量を，日の抽出比や，標本と全体の漁獲量の比で引延ばして全体を得ることができる。第3部では資源特性値の推定法が述べられている。第1部で述べたように，年令別の体長組成がわかつた時，それによつてある年令の平均体重が求められる。生残率は第2部で求めた密度指数によつて推定される。(田中)

**ウニに於ける正の趨光性**　MASAO YOSHIDA, *Publ. Stazione Zoologica Napoli*, **30** (Fas. 2°) 260～262 (1957).　地中海に普通に見られる *Psammechinus microtuberculatus* を用い写真暗室内水槽中で実験した。光源は 6 V–300 W のタングス線電燈，光度は 700～500 Lux，温度は 20～22°C であつた。光がウニの赤道部に一方向から照らされると，光源に向つて初めは悠つくりと，その後は 2.5～3.5 cm/分 の割合で進行する。光束が殻の右側，反口極或は口極の部分に限られても，反応は同様である。光束がウニに当らずに上方を過ぎ散乱光の影響を受ける時は，運動に方向性は認められない。若し光が頂上系を照らせば，反口極に光を受けた時と同様に反応する。

ウニが運動を始める前に電燈が点ぜられると，光を受けた管足の大部分のものは間も無く伸長するが，蔭の処のものは殆んど伸びない。或る理由から管足が一歩帯だけに伸びると，ウニは伸びた管足の方向に運動し，その方向が光源と一致していなければ，直接光源に向つては進行しない。即ち管足も指向性運動において或る役目を果している。水槽の片側の光源が点ぜられ，ウニがその方向に進んでいる時，これを消し反対側に点燈すれば，この側の管足が伸びて，この方向に進行する。この間約 20～60 秒を要する。若し最初の光源を消さずに，第2の光源が点ぜられても，又第2の方が第1のものより強力でも，影響はない。附図1，文献4 篇を附す。(妹尾)

**抗生物質の作用機構　1. 大腸菌の生育に対するクロラムフェニコール及びテトラサイクリンの相加作用**　CIAK, J. C. and HAHIV, F. E.: *J. Bact.*, **75**, 125～129 (1958)．クロラムフェニコールとテトラサイクリンは構造が異つているのに拘わらず，その抗菌スペクトラムは類似しており，その作用は主として静菌的であり，両者間には耐性交叉が認められ，共に菌体蛋白の合成を阻害するものと考えられ，両者の作用機構は極めて類似していると想定される。したがつて大腸菌の生育に対するクロルテトラサイクリン，オキシテトラサイクリン並びにクロラムフェニコールの相加作用を調べ，3者間に相加作用が定量的に成立することを明らかにした。しかしクロラムフェニコールの 50 % 阻害モル濃度はテトラサイクリンより約5倍大きい。このことから両者の相加作用は蛋白合成過程の協調封鎖によるものと考えられる。(山田)

**細菌芽胞の X 線感性について**　WOESE, C. R.: *J. Bact.*, **75**, 5～8 (1958)．*Bacillus megaterium* 芽胞の不活性化は多重ヒットによるものと想定されるが (WOESE, C. R.: *Arch. Biochem. and Biophys.* 投稿, 1957)，一方 *B. megaterium* を含め *Bacillus* 属芽胞の不活性化は単一ヒットによるとの報告がある。したがつて *Bacillus* 属に属する6種，7株 (*B. megaterium* 2株) の菌芽胞につき X 線による死滅曲線を調べ，*B. brevis*, *B. subtilis* 及び *B. mesentericus* は単一ヒットによるものであり，*B. megaterium*, *B. cereus* 及び *B. mycoides* は多重ヒットによることを明らかにした。なおこの不活性化の様式は X 線照射前の菌培地の組成と関係がない。(山田)

**ソルビン酸による林檎ジュースの保蔵**　W. E. FERGUSON and W. D. POWRIE: *Applied Microbiology*, **5**, 41～43 (1957)．新鮮な林檎ジュースの保蔵のためのソルビン酸の効果に就いて研究した。本研究においてはソルビン酸単独の場合とこれにアスコルビン酸を併用した場合との効果に就いて検討した。0.02～0.04%濃度のソルビン酸は酵母の醗酵を抑制したが，醋酸菌を抑制出来なかつた。然しこのジュースに更にアスコルビン酸を 100 ml 中 50 mg の濃度で添加した場合には醋酸菌の発育を 10～14 日間阻止出来た。結論として新鮮な殺菌処理してない林檎ジュースに 0.035%のソルビン酸と 100 ml に対し 50 mg の濃度にアスコルビン酸を加えジュースを容器に一杯にみたし空間のない状態とし完全に栓をした場合には少くとも2週間品質の低下なく室温で保蔵する事が出来る。(堀江)

**魚類缶詰の品質と揮発性還元物質，揮発性塩基との関係**　LIONEL FARBER and MICHAEL FERRO: *Food Technology*, **10**, 303～304 (1956)．魚類缶詰中の全揮発性塩基 (TVN)，トリメチルアミン (TMN)，揮発性還元物質 (VRS) 等と官能検査との関係を検討した。試験缶詰は各種トマトソース漬，塩水漬，油漬等を用い，その圧搾液汁について TVN, TMN は CONWAY の微量拡散法により，VRS は従来の方法を多少改良して測定し，官能検査は上記測定に際して外観，色調，肉組織，臭気等について行つた。この結果 VRS は官能検査と非常によく一致したが TVM は一致せず，TMN においては缶詰の品質に関係なく缶詰の種類によつて殆んど一定の価を示し品質判定の基準として不適当であつた。なお VRS の測定方法について可成り詳細に述べている。(野中)

**タラ肉中の脂質**　M. DOLORES GALCIA, J. A. LOVERN and JUNE OLLEY: *Biochem. J.* **62**, 99～107 (1956)．タラ肉をアセテトン，アルコール・エーテル，アルコール，ベンゼン，クロロホルム・エタノール及びピリヂンで順次に抽出を行つた。先ずアセトン抽出は魚の死後直ちに行い，溶剤を蒸発させてから，再びクロロホルム・メタノール (2:1) に溶かし，これを液々抽出により精製した。各溶剤によつて分けた脂質を同様な液々抽出によつて多くの区分に分け，且つ精製した。

各区分の脂質について分析した結果，タラ肉の全脂質は約 0.6%であり，それはハドック (北大西洋産のタラ) の性質によく似ている。脂質の約 35% はレシチン，13%は膿分とアルコール，8 %は遊離のコレステリン，7 %は燐脂エタノールアミン，6 % は遊離の酸，5 %はコレステリンエステル，3 %はトリグリセライド，2 %はイノシトール脂質，21% は分離不能の脂質であつた。分離不能の一つのタイプは脂肪酸，グリセリン，燐の比が 4:2:1 で，いま一つのタイプは脂肪酸と燐との比が 4:1 のものである。これらは多分，窒素を含んでいるが，その基質は分離不能であつた。イノシトール脂質は一つ以上の化合物を含んでおり，複雑な酸性物質である。(山川)

**ビタミンとコレステリンのメタボリズム**　H. J. DEUEL, JUN., R. COX, R. B. ALFIN-SLATER and B. H. ERSHOFF: *Biochem. J.*, **61**, Proceedings xiv Nov. (1955)．テンヂクネヅミ及び兎にビタミン E 欠亡食をあたえて飼うと，血清及び筋肉中にコレステリンの増加が見られ，又筋肉中に脂質の増加が見られた。ネヅミの血清中に増加したコレステリンは主としてエステル型で，兎のそれは遊離型及びエステル型である。筋肉中に増加したコレステリンは何れの動物の場合も主として遊離型である。又，両動物とも肝臓中では全脂質量にもコレステリン量にも大して変化は認められなかつた。しかし，対照として十分コレステリンをあたえたラットの肝臓と 1%のコレステリンを含むがビタミン E を全く欠除させた飼料をあたえたラットの肝臓を比較すると，後者の肝臓中には増加したコレステリンが蓄積されていた。(山川)

**クヂラ脳下垂体前葉より生長ホルモンの分離精製**　H. PAPKOFF and C. H. LI: *J. Biol. Chem.*, **231**

(1), 367～377 (1958). ザトウクヂラの脳下垂体前葉（死後約 20 時間後に脳下垂体をとり，直ちに −15°C に貯蔵）から生長ホルモン (Somatotropin) の分離精製法及び高度に純化したホルモンの化学的性質及び生物学的効力について研究した。高度に純化したホルモン蛋白の等電点は 6.2 で，クロマトグラフィー，電気泳動，超遠心沈降及び拡散試験により均質である事が示された。沈降速度と拡散定数より求めた分子量は 39,000 でこの値は牛の生長ホルモンの分子量より低く，人及び猿の somatotropin より高かつた。フルオロヂニトロベンゼン法で測定した N-末端アミノ酸はフェニールアラニンのみで，ホルモン蛋白 1 モルにつき 1 モルの割合であつた。チロシン及びトリプトファン含量は夫々 5.60 及び 1.32% であつた。又生物学的効力 (tibia test による) は牛の生長ホルモンの効果に匹敵した。収量は新鮮原料 100 g より精製ホルモン 0.1 g であつた°（荻野）

**ガンマー線照射肉におけるオキシミオグロビンの再生と安定度** A. L. TAPPEL: *Food Research*, **21** (6), 650～656 (1956). 十分なる酸素の存在下で魚肉又は畜肉にイオン化性照射を与えると肉色は褐色に変化するが，これはミオグロビンがメトミオグロビンに変化するためと考えられている。然し不活性ガスの中か又は高度の減圧下で通常の照射 (0.05～3 megarep) をするとかかる酸化的変化は阻止され鮮紅色をもつた肉が得られる。これらの実験をマグロ肉，豚肉等を試料とし，可視部反射又は吸収曲線を求めることによつて実施しているが，メトミオグロビンを持つている肉を照射するとオキシミオグロビンが再生して鮮紅色を呈することを見ている。オキシミオグロビンは照射に対しても，且つ，その後の貯蔵に対しても安定である。水に溶解した純メトミオグロビン溶液を照射すると一部オキシミオグロビンが生成する。（須山）

**二，三の無脊椎動物の tropomyosin** K. BAILEY: *Biochimica et Biophysica Acta*, **24**, 621～619 (1957). タイラギ属の貝 (*Pinna nobilis*) 及びタコの結晶 tropomyosin につきアミノ酸組成並びに N 末端アミノ酸残基を調べた。先ずアミノ酸組成では両 tropomyosin ともに概してウサギのそれに似ているが，特に Pinna とウサギの tropomyosin は Ala, Val, Ileu, Tyr, His 等多くのアミノ酸の含量において酷似している。但し 2, 3 のアミノ酸では無脊椎動物と哺乳動物との間で差が見られる。即ち前者では後者での Lys が Arg で置換えられており，又前者は後者よりも Glu が少く amide N が多い。無脊椎動物の tropomyosin の小部分を占める水溶性のものはウサギの tropomyosin と同様に水不溶性のものよりも acid group の basic group に対する比率が大きい。N 末端基に関しては Pinna tropomyosin にはこれを見出すことが出来なかつた (DNFC 法)。大量の ε-DNP-Lys の存在下での N 末端 Arg の新定量法を案出し，これを Pinna tropomyosin に適用したがその検出は出来なかつた。（橋本）

***Pinna nobilis* の tropomyosin の物理化学的性質** C. M. KAY: *Biochimica et Biophysica Acta* **27**, 469～477 (1958). BAILEY が *Pinna nobilis* (タイラギ属) の閉殻筋から得た結晶 troyomyosin は pH 6.9 で電気泳動的に均一であつた。その分子量を光散乱法で測定すると 137,000±5,000 であり，この値は沈降—拡散による 131,000 にほぼ一致する。沈降恒数 ($S^0_{20}$) は $3.1\times10^{-13}$ であり他の諸動物での値によく一致する。移動界面電気泳動法で測定した拡散恒数 ($D_{20,w}$) は $2.21\times10^{-7}$ cm²/sec であつた。摩擦率は 2.9 はであり，この程度の分子量をもつ蛋白としては最も高い値であつて分子の非対称性の著しいことを示している。比容は 0.736±0.005 であり，アミノ酸含量に基いて算出した値 (0.729) に殆んど一致する。光散乱法で測定した非対称率 1.23 から計算するとこの tropomyosin は長さ 1400 A の rod 形か又は長さ 957 A の random mono-dispersed coil 形となるが前者の可能性が大きい。（橋本）

**乾燥筋肉繊維の ATP ase 活性と収縮性** S. M. V. HUNT and N. A. MATHESON: *Nature*, **181**, 472～3 (1958). vacuum contact plate 乾燥法で脱水した牛及びタラ筋肉の actomyosin は 0.5 M KCl に不溶となる。しかし ATP ase 活性は乾燥前に比して低下はするが（牛: 40～80%，タラ: 50～70），活性を失つてしまう訳ではない。

また牛の筋肉繊維は凍結乾燥或いは vacuum contact plate 乾燥の何れの方法を用いても（収縮の程度及び速度は乾燥前の肉繊維に劣るが）ATP の存在で収縮し，またタラの肉繊維は vacuum contact plate 乾燥法では収縮性を失うが，凍結乾燥法を用いると或る場合は（やはり乾燥前の肉には劣るが）収縮性を維持している。

actomyosin の変化を見るために通常溶解度，ATP ase 活性或いは ATP の存在における収縮性などを調べるが，以上の結果から見ると溶解度試験は乾燥によつて起る actomyosin の変化を示す一つの方法ではあるが，それのみによつてこの蛋白の変性を論ずるのは危険である。（鴻巣）

**放射性廃棄物による汚染湖水の魚類** L. A. KRUMHOLZ: *Bulletin American Museum of Natural History*, **110** (4), 280～367 (1956). White Oak 湖は Oak Ridge 国立研究所よりの放射性廃水によつて汚染されている。本報告は 1950～1953 年におけるこの湖の魚類の生物学的および化学的な調査を報じている。放射性物質が魚の繁殖におよぼす影響をみるために，半年毎に魚の標識放流および再捕を行つた。この調査によつて，1950 年迄は湖に普通に見受けられた white crappie と red horse の 2 種が期間中に次第に姿を消し，また

湖に棲息する魚は同地域の他の貯水池に棲む同種の魚に比べて生長が遅く，かつ寿命が短縮していることを認めた。このような現象は放射線の照射に起因するものと考えられる。すなわち，湖の水の平均放射能 $10^{-3}\,\mu$c/ml，平均有効エネルギー 0.3 Mev を以つて計算すると，魚の外部よりの被曝線量は 1.1 rep/week (57 r/year) で，魚体内部よりの曝射はその数倍になるものと考えられる。

1952 年に漁獲された体長 7 インチの Black crappie は 1 $\mu$c 以上の放射能を示した。汚染魚の核種としては $Sr^{89}$, $Sr^{90}$–$Y^{90}$, $Cs^{137}$, $Ce^{144}$–$Pr^{144}$, その他の稀土元素，$Ru^{106}$, $Co^{60}$, $P^{32}$, $I^{131}$, $Zr^{95}$–$Nb^{95}$ 等が存在した。これら核種が魚体内に摂取される際に選択的吸収が行われ，且つ組織別にも選択が行われている。すなわち，硬組織では $Sr^{89,90}$, $Y^{90}$ が環境水の 20,000～30,000 倍に濃縮され，この組織の全 $\beta$ 線の 85% を占め次いで $P^{32}$ が 10% であるが，軟組織では $Cs^{137}$ が 75%，残りを稀土類元素が占めている。なお魚体放射能の季節的変化をみると，春に水温が上昇するときに魚体の放射能は増加するが，8 月に未だ水温が高いにも拘わらず放射能は急激に減少し，特に骨格中の Sr が比較的短期間でかなり減少する傾向を認めた。(佐伯誠)

**イオン交換沪紙による塩基性アミノ酸の迅速な分離と同定**　TUCKERMAN, M. M.: *Analytical Chemistry*, **30**, 231～3 (1958)。IR-120 ($Na^+$) 型の陽イオン交換樹脂を 28% 含む沪紙が 1956 年より市販された。この沪紙 1 $cm^2$ は 3 $\mu$ 当量のイオン交換能をもつ。これに約 0.01 N の各種アミノ酸混液の約 4 $\mu l$ を付け，例えば 0.2 N の酢酸塩緩衝液 (pH 5.2) を用い 25°C において通常の下降法を用いて展開し，約 90 分間に先端は 22 cm に達する。25°C で風乾し，ニンヒドリンを散布の後 25°C 1 時間次で 100°C 1 時間発色せしめ沪紙上で吸光度を測定する。Rf 値はアルギニン 0.082，ヒスチヂン 0.155，リヂン 0.235，フェニールアラニン 0.608，ロイシン 0.885，各種モノアミ酸及び酸性アミノ酸はロイシンより僅かに高く互いに近接している。この方法によれば，カラムクロマトグラムに比べて展開時間が短かく，分画を一々定量する手間を省いて沪紙上で直接に発色させる利点がある。上記塩基性アミノ酸その他の既知検体及びその混合物及びカゼインの加水分解物についての適用を報告する。(松本)

**ウサギ筋原線維よりのトロポミオシンの抽出**　PERRY, S. V. & CORSI, A: *Biochemical Journal*, **68**, 5～12 (1958)。筋原線維にはミオシン，アクチン，トロポミオシンが含まれているが，筋原線維の懸濁液に 0.078 M ほう酸塩 (pH 7.1) 等の低イオン強度緩衝液を加え 2～130 日間冷蔵し遠心分離すると筋原線維蛋白の 25～40% が抽出された。この抽出液は電気泳動で 3 つの成分を示し，その収率は抽出条件によつて異るが，成分 A 10～12%，成分 B 15～20%，成分 C 2～3% であつた。成分 A は 0.2 M 程度の塩類を加えた際の粘度の低下と電気泳動の易動度からトロポミオシンであると同定されたが，成分 B は擬似グロブリン性をもち，50% 飽和 $(NH_4)_2SO_4$ で沈澱するが水及び低イオン強度に対し透析しても沈澱しなかつた。0.6 M 以上のりん酸塩 (pH 7.2) 緩衝液で沈澱するから F 又は G アクチンではなく，KI で解離されたアクチンに似ている。しかし電気泳動的性質は KI 処理アクチンと異なり，F アクチンを 0.78 M ほう酸塩緩衝液 (pH 7.1) に対し長時間透析し不活性化せしめたアクチンと一致した。成分 C の本体は明らかではないが，肉漿蛋白の一部が筋原線維と密接に結合したものらしい。以上の如き抽出法によつて筋原線維からかなり多量のトロポミオシンとアクチンが抽出されることから，これらの蛋白とミオシンとが筋原線維の内部で占める位置と果す機能を論じる。(松本)

**遠心分離法による肉の保水力測定法**　EUGEN WIERBICKI, L. E. KUNKLE and F. E. DEATHERAGE: *Food Technology* **11**, 69～73 (1957)。肉の保水力を簡単に測定するため遠心分離法を考案した。ガラスフィルターで仕切られた沈澱管の上部に肉を詰め遠心分離し下部に集まつた液の容積を測定する。

この方法によつて肉の保水性に及ぼす加熱温度，添加した水，食塩の影響を見，さらに死後時間，凍結，解凍の影響を調べた。40～70°C で肉蛋白に激しい変化が起り，この際肉の pH は上昇する。死後時間の長さにより凍結，解凍した際のドリップの生成量がかなりちがう。(岡田)

**揮発性塩基による氷蔵魚の品質判定について**　J. M. SHEWAN and A. S. C. EHRENBERG: *J. of the science of food and agriculture* 8 (8), 227～231 (1957)。氷蔵魚の揮発性塩基含量による品質判定と官能的判定との相関は案外わるい。この原因を確かめるため主に北海のタラにつき，漁獲ごとに氷蔵中の鮮度低下を化学的方法 (トリメチルアミン，全揮発性塩基) と官能的方法 (生魚の外観及び臭，加熱肉の臭) により追跡した。氷蔵魚の腐敗速度は漁場によつてもことなるが同一漁場でも漁獲ごとにちがつている。この原因は単に漁季がちがうことによるものではない。同一漁獲群については官能的判定と化学的判定との間にはかなりの相関があるが，この関係は漁獲時が異なる群によりちがつている。氷蔵魚の食用価値を判定する上に揮発性塩基量はかなり有用な方法ではあるが従来考えられてきたほど正確なものではない。(岡田)

# 雑　　録

## ○6月理事会

1. 開催日　昭和 33 年 6 月 23 日.
2. 場　所　東京水産大学.
3. 出席者　田内会長，森副会長，関根編集長，外 22 名，
4. 議　事

a．文部省研究成果刊行費補助金について。

学会誌発行について，文部省より 10 万円の補助内定の通知に接したので，これを会誌の増頁に割当る予定にして申請本書類を提出することにした。

b．対業界研究連絡委員会（仮称）の設置について。

上記委員会を設置する予定にして，その発足案について事務局において検討することにした。

c．学術会議内海洋学研究連絡委員会委員について。

本学会選出上記委員を定員外評議員とすることについて．各評議員の賛同を求めることにした（上記の件について大多数の賛同を得て可決した)。

d．交換図書

日本塩学会との会誌交換を決定した。

e．会誌の合本用ファイルを学会で一般会員に取継ぐことにした。詳細は会告に掲載の予定。

f．入会希望者承認　個人会員　9
　　団体会員　2

5. 報　告

今般学術会議内に設けられた海洋学研究連絡委員会第1回会合に出席の学会代表熊凝武晴氏より，その際の報告が行われた。大要下記の如くである。

a．開催日　昭和 33 年 6 月 16 日

b．委員会構成

委員総数 26 名，他に水産庁代表1名(未定)。委員長，日高氏。幹事，松江，新野，三宅，栗田(順不同)の各氏。副委員長は当分置かず，将来必要の節幹事4名の内から選出する。

c．委員会における取扱い項目

次の9項目，即ち，S.C.O.R., I.A.C.O.M.S., I.G.Y., J.O.I.T., A.A.A.S., I.A.P.O., I.C.E.S., 深海研究連絡委員会，海洋総合研究所，に関するもの。

d．海洋総合研究所に関しては別に小委員会を設け，先に水産学会及び海洋学会に設けられた海洋学総合研究所促進委員会と合同して，同研究所の設立促進に当ることにした 。

e．小委員会氏名

該小委員氏名は下記の通り。

森，日高，三宅，吉田，宇田，菅原，松江，高橋，新野，栗田，熊凝，新崎，坂本(順不同)の各氏。

6. 学会事務室に専用の直通電話を架設した。　**直通電話 (45) 2200**

---

正　　誤　　表
(Vol. 24, No. 1)

| 頁 | | 誤 | 正 |
|---|---|---|---|
| 1 | Fig. 1 の左図中 | $V\rightarrow$ | $S\rightarrow$ |
| 2 | 6 行目 | $D\cot\gamma_t$ | $D\cot\gamma_0$ |
| | 8 行目 | $D\cot\gamma_t$ | $D\cot\gamma_0$ |
| | 17 行目 | $(<cab)$ | $(\angle cab)$ |

昭和三十三年七月二十日 印刷
昭和三十三年七月二十五日 発行

第二十四巻 第三号

本号定価 130 円
(送料別)

編集兼発行者 根関 隆
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内

発行所 日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内
振替口座 東京 59529番
電話 (45) 2200番

印刷者 笠井康頼

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

発売所 株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0931

# 定置漁業における揚り網及び綱について

本 多 勝 司
(東京水産大学)

# On the Net and Rope Disused after Set Net Fishings

Katuji Honda

The samples of net and rope disused after their usage in set net fishings were obtained from various fiishing grounds (Tables 2, 4, 5, 6) and examined of their properties in order to formulate the knowledges about the safty limit of their utility taking into account of the peculiarities in the disposition of the net as well as the circumstances in which the net is used.

The mesh sizes of the nets being already out of use are shown in Table 3.

The knot strength was adopted on this occasion as the measure of net-fablic strength. To determine the knot strength each two of the four arms around a knot were gathered and stretched by a tensile tester.

Now, if minimum strengths allowable for net-fabrics of "bag", "funnel", "heart" and "sand bag" (anchor) rope are denoted by $T_u$, $T_v$, $T_w$ and $T_x$, respectively, we get the following equations:

for "bag", $T_u = K_4 D\left(H+\frac{B}{2}\right)^2$ (Fig. 3)

for "funnel", $T_v = K_5 D_1\left(H_1+\frac{B_1}{2}\right)^2$ (Fig. 4)

for "heart", $T_w = K_6 D_2 H_2^2$ (Fig. 5)

for "sand bag" (anchor) rope, $T_x = K_{10}\frac{D_3}{L_3}\left(H_3+\frac{B_3}{2}\right)^2$ (Fig. 6)

Where the various letters have the following meanings, respectively:

$K_4$, $K_5$, $K_6$ and $K_{10}$, constant number; $D$, $D_1$, $D_2$, and $D_3$, diameter of netting thread; $L_3$, mesh size; $H$, $H_1$, $H_2$, and $H_3$, depth of water; $B$, $B_1$, $B_2$ and $B_3$, greatest width of net.

当業者が揚りものとした網や綱がどんな性質を持つかを知るために，Table 3～6 に示す各漁場より得られた資料を観測し*，各漁場の環境条件を参照して，定置漁具の網及び綱類の張健に対する安全性の限界を知ろうとした。

先ず揚り網について測定された網目の大きさ $l$ と，その使用前のそれ $l_0$** との比は Table 1 に見られる如くで，一般に綿網が一番縮むようで，次いでビニロン網，マニラ麻網で塩ビ系のものでは縮むものと却つて伸びるものとがあつた。

**Table 1.** 目合の使用前後の比
Ratio between the mesh sizes observed bebore and after the use.

| 網の種類 Kind of net | | 網目の比 $l/l_0$ Mesh size ratio |
|---|---|---|
| 綿網 | Cotton net | .81～.97 |
| マニラ麻網 | Manila hemp net | .88～.98 |
| ビニロン網 | Vinylon net | .85～.90 |
| 塩ビ糸網 | Vinyliden chloride net | .92～1.07 |

1958 年 5 月 13 日受理

* 更に詳細なる結果は東京水産大学報告に記載する。

** 資料蒐集の際に聴取した値。

## 1. 網

網地の裂けるのは一般に結節又はその附近で網糸が切れるためであるので，揚り網の[illegible]

**Table 2.** 箱網の寸法及び網地の資料についての測定値
Actual dimension of bag nets and measured values on their pieces.

| 漁場名 Fishing ground | | 網の種類 Kind of net | $H+\frac{B}{2}$ | 網糸材料 Material of thread | 網糸の太さ $D$ Diameter of thread | 目合の使用前後の比 $l/l_0$ (Cf. Table 1) | 結節強力 Knot strength | 結節強力の使用前後の比 Ratio between knot strength before and abter the use |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Shimamotogishi | 富山県島本岸 | 落網 Trap net | 102 m | Vinylon | .0017 m | .90 | 16.7 kg | .50 |
| Kawashiri | 〃 川尻 | 〃 | 53.2 | Cotton | .0030 | .93 | 26.8 | .64 |
| Tarumizu | 〃 樽水 | 〃 | 82.5 | Vinylon | .0015 | .90 | 10.8 | .53 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | Cotton | .0017 | .94 | 13.4 | .41 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0022 | .95 | 30.0 | .61 |
| Fukabiki | 〃 深曳 | 〃 | 100 | Manila | .0030 | .93 | 57.9 | .59 |
| Ine | 京都府伊根 | 〃 | 108 | 〃 | .0025 | | 60.8 | .86 |
| Niizaki | 〃 新井崎 | 〃 | 88.5 | Cottan | .0024 | .97 | 22.8 | .52 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0021 | .95 | 31.9 | .65 |
| Tai | 〃 田井 | 〃 | 93.7 | Manila | .0025 | | 62.9 | .86 |
| Naryu No. 2 | 〃 成生2号 | 〃 | 76.5 | 〃 | .0024 | .97 | 36.0 | .57 |
| Kuki No. 1 | 三重県九木1号 | 〃 | 72.4 | 〃 | .0025 | .98 | 46.7 | .66 |
| Bentenmae | 和歌山県弁天前 | 〃 | 76.5 | 〃 | .0026 | .93 | 45.2 | .55 |
| Taichi | 〃 太地 | 〃 | 78.0 | 〃 | .0026 | .98 | 45.4 | .67 |
| Niitatsu | 岩手県仁位達 | 〃 | 84.0 | 〃 | .0029 | .92 | 58.0 | .82 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0023 | .89 | 25.0 | .42 |
| Negaimatsu | 〃 願松 | 〃 | 111 | 〃 | .0024 | .88 | 32.0 | .44 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0023 | .84 | 35.0 | .59 |
| Futatsumizu | 〃 二ツ水 | 〃 | 109 | 〃 | .0031 | .90 | 45.0 | .46 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0030 | .94 | 35.0 | .37 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0033 | .88 | 43.0 | .44 |
| Yokomuma | 〃 横沼 | 〃 | 81.0 | 〃 | .0032 | .88 | 76.0 | .78 |
| Koyadori | 〃 小谷鳥 | 〃 | 98.3 | 〃 | .0021 | .96 | 48.0 | .96 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0018 | .92 | 31.0 | .98 |
| Nedaki | 〃 根滝 | 〃 | 90.0 | 〃 | .0028 | .92 | 39.0 | .40 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0023 | .93 | 23.0 | .42 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0022 | .90 | 16.0 | .30 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0027 | .86 | 44.0 | .80 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0025 | .85 | 40.0 | .73 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0025 | .88 | 38.0 | .69 |
| Oowa | 〃 大輪 | 〃 | 87.5 | 〃 | .0031 | .81 | 52.0 | .53 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0027 | .88 | 52.0 | .73 |
| Shioori | 〃 汐折 | 〃 | 104 | 〃 | .0026 | .91 | 32.0 | .44 |
| Ōshima | 宮崎県大島 | 〃 | 66.0 | 〃 | .0032 | .88 | 39.4 | .55 |
| 〃 | 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0024 | .90 | 35.8 | .51 |
| Wada | 福井県和田 | 〃 | 61.5 | 〃 | .0018 | .93 | 19.4 | .59 |
| Sugahama | 〃 菅浜 | 〃 | 77.3 | 〃 | .0015 | | 12.0 | .46 |

ここでは結節強力を測定した。即ち 24 時間真水に浸漬後両脚を揃えて抗張力試験機で引張つた。このばあいでも殆んどが結節近くで切断し脚の途中で切るものは少なかつた。

**A. 箱　　網**

箱網の網地の資料の出所及び測定の結果は Table 2 に示す。

調査されたのが殆んど Fig. 1 の如き落網であるので，それの箱網について考え，

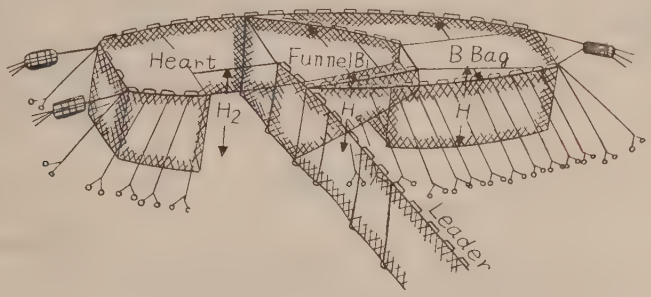



**Fig 1.** Common trap net in Japan.

$H$: 箱網部敷設の平均の水深,
$B$: 箱網の最大巾,
$D$: 網糸の太さ,
$L$: 網1目の大きさ,
$\theta$: 網地の流れの方向となす角,

とすると，潮流の速さ $v$ において，浮子綱の単位長さ当りに箱網の網にかかる力 $R$ は

$$R = K_1 \frac{D}{L}\left(H+\frac{B}{2}\right) f(\theta) v^2 \cdots\cdots (1)$$

における。但し $K_1$ は常数。

ここで網糸2本即ち結節強力を $T$ とすると，$T$ は浮子綱の単位長さの日数に逆比例する。従つて $T$ は網目の大きさ $L$ に比例するから

$$T = K_2 LR = K_1 K_2 D\left(H+\frac{B}{2}\right) f(\theta) v^2$$

即ち

$$T = K_3 D\left(H+\frac{B}{2}\right) f(\theta) v^2 \cdots\cdots (2)$$

となる。$K_2$, $K_3$ は常数。

漁具の一部として許される網の抗張力の最低値は，それぞれの漁場の特性を考慮して，長年の経験により定められていよう。

宮本等[1] の取扱つた資料では，略同じ太さのマニラトワインで，それの初張力に対する比率は網の大きい程，流れの強い程大きく，許される比率の最低値は 30 % ぐらいと推定されるが (Tab. 3, Fig. 2)，著者の資料では，抗張力の低下が非常に緩慢な合成繊維網も含まれており，揚りものの判定の仕方等を考えて，揚りものの抗張力 $T_u$ と初めの抗張力 $T_0$ に対する比と延使用日数の関係 (Fig. 2) から，許される比率の最低値が 40 % ぐらいと推定される。

今宮本等に倣つて，横軸の $\left(H+\frac{B}{2}\right)$ に対して，縦軸に結節強力と網糸の直径との比 $T_u/D$ を揚りの抗張力の初抗張力に対する比 $T_u/T_0$ の値について組別に Fig. 3 に示すと，$T_u/T_0$ の値が 50 % 以下だと略次の

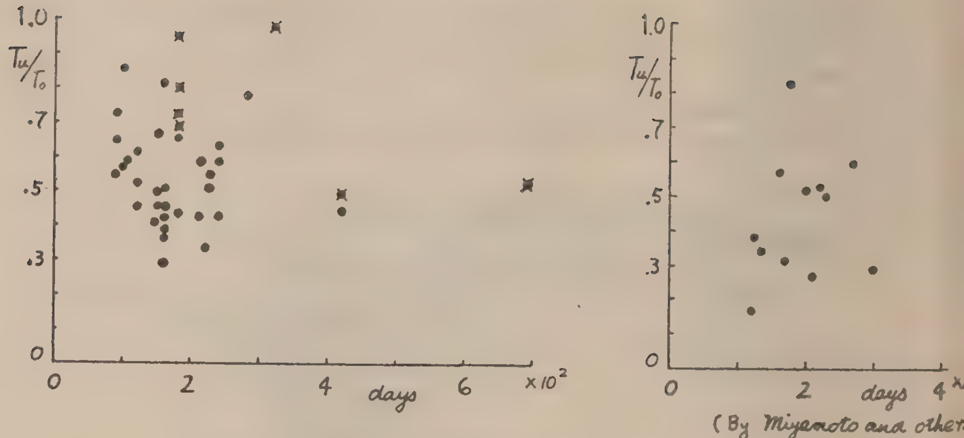



**Fig. 2.** $T_u/T_0$ と延使用日数との関係
Relation between $T_u/T_0$ and the number of days applied.
✱····Synthetic fiber

**Table 3.** 網の大きさ及び流れの程度と網糸の強さの使用前後の比との関係
Ratio between the thread strengths before and after the use

| | | 流水 Current | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 弱 Weak | 中 Moderate | 強 Strong |
| 網の大きさ Net size $\left(H+\frac{B}{2}\right)$ | Small | .30<br>.26 | .17 | .34<br>.23 |
| | Medium | | .52 | .31<br>.60 |
| | Large | .53<br>.57<br>.50 | .38 | .64<br>.83 |

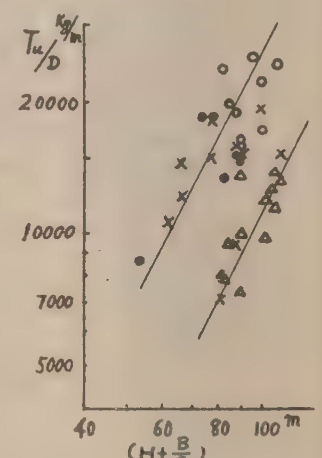



**Fig. 3.** Relation between $T_u/D$ and $\left(H+\frac{B}{2}\right)$.
$T_u/T_0$···○ > .70 > ● ∧ .60 > × > .50 > △

宮本等の式を満足することがわかる。

$$T_u = K_4 D\left(B+\frac{H}{2}\right)^2 \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

**B. 昇　　網**

昇網の網地の資料の出所及び測定の結果は Table 4. にある通りである。Fig. 1 に見られる昇網について，

$H_1$: 昇網部敷設の平均の水深 $H_0$ の1/2

$B_1$: 昇網部の平均の巾

$D_1$: 網糸の太さ

とすると，[illegible]，この場合[illegible] $T_v$ [illegible]と，

$$T_v = K_5 D_1\left(H_1+\frac{B_1}{2}\right)^2 \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

と表せる。$K_5$ は常数。

**Table 4.** 昇網の寸法及び網地の資料についての測定値
Actual dimension of funnel nets and measured values on their pieces

| 漁場名 Fishing ground | 網の種類 Kind of net | $H_1+\frac{B_1}{2}$ | 網糸材料 Material of thread | 網糸の太さ $D_1$ Diameter of thread | 目合の使用前後の比 $l/l_0$ (Cf. Table 1) | 結節強力 $T_v$ Knot strength |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kawashiri 富山県川尻 | 繒落網 | 42.8 m | Manila | .0025 m | .97 | 27.8 kg |
| Shimamotogishi 〃 島本岸 | 〃 | 53.3 | Cotton | .0034 | .92 | 75.4 |
| Ogawamata 福井県小川股 | 〃 | 54.4 | 〃 | .00070 | .93 | 10.7 |
| Akamizu 宮崎県赤水 | 〃 | 50.2 | Manila | .0023 | | 32.4 |
| Ananuki 〃 穴貫 | 〃 | 46.8 | 〃 | .0030 | | 38.5 |
| Nedaki 岩手県根滝 | 〃 | 62.5 | 〃 | .0033 | .93 | 87.0 |
| 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0027 | .95 | 40.0 |
| 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0024 | .90 | 31.0 |
| Tai 京都府田井 | 〃 | 61.0 | 〃 | .0032 | | 69.5 |
| Tomonoura 徳島県鞆浦 | 〃 | 54.7 | 〃 | .0027 | .95 | 59.1 |
| 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | .0046 | .93 | 98.0 |

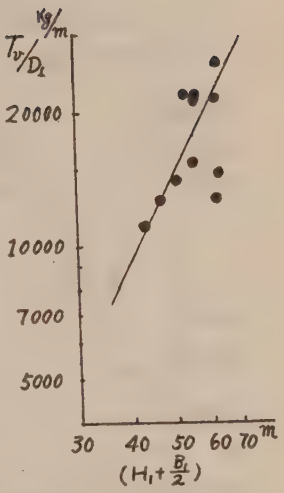



**Fig. 4.** Relation between $T_v/D_1$ and $\left(H_1+\frac{B_1}{2}\right)$.

Fig. 4 より $T_v$ を $k_g$, $H_1$, $D_1$, $B_1$ をそれぞれ m で表し常数を求めると,

$$T_v = .55D_1\left(H_1+\frac{B_1}{2}\right)^2$$

となる。

### C. 運動場網

運動場の網地の資料の出所及び測定の結果は Table 5 にある通りで, Fig. 1 に見られる運動場について,

**Table 5.** 運動場網の水深及び網地の資料についての測定値
Actual dimension of heart nets and measured values on their pieces

| 漁場名 Fishing ground | 網の種類 Kind of net | 敷設水深 $H_2$ Depth of water | 網糸材料 Material of thread | 網糸の太さ $D_2$ Diameter of thread | 目合の使用前後の比 $l/l_0$ (Cf. Table 1) | 結節強力 $T_v$ Knot strength |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Shimamotogishi 富山県島本岸 | 落網 Trap net | 52.5 m | Manila | .0032 m | .98 | 70.3 kg |
| Ine 京都府伊根 | 〃 | 63.0 | 〃 | .0025 | | 49.4 |
| Niizaki 〃 新井崎 | 〃 | 54.0 | 〃 | .0030 | .95 | 79.1 |
| Tai 〃 田井 | 〃 | 60.0 | 〃 | .0025 | | 58.3 |
| Naryu No. 2 〃 成生2号 | 〃 | 45.0 | Cotton | .0026 | .81 | 49.3 |
| Kuki No. 1 三重県九木1号 | 〃 | 34.9 | Manila | .0031 | .98 | 55.6 |
| Hakozaki 長崎県箱崎 | 〃 | 33.8 | 〃 | .0026 | .89 | 20.1 |
| Yokonuma 岩手県横沼 | 〃 | 51.0 | 〃 | .0027 | .93 | 47.0 |
| Shioori 〃 汐折 | 〃 | 72.0 | Saran | .0028 | 1.07 | 77.0 |
| Ananuki 宮崎県穴貫 | 〃 | 40.5 | Manila | .0030 | | 29.4 |
| Ōshima 〃 大島 | 〃 | 35.0 | 〃 | .0035 | .92 | 43.0 |
| Tomanoura 徳島県鞆浦 | 〃 | 42.0 | 〃 | .0028 | | 38.9 |

$H_2$: 運動場部敷設の平均の水深,

$D_2$: 網糸の太さ

とすると，運動場は敷網のない箱網とみると，運動場の網に許される抗張力の最低値 $T_w$ は，

$$T_w = K_6 D_2 H_2^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

で表せる。$K_6$ は常数。

Fig. 5 より $T_w$ を $k_g$, $H_2$, $D_2$ をそれぞれ m で表し常数を求めると，

$$T_w = 1.10 D_2 H_2^2$$

となる。

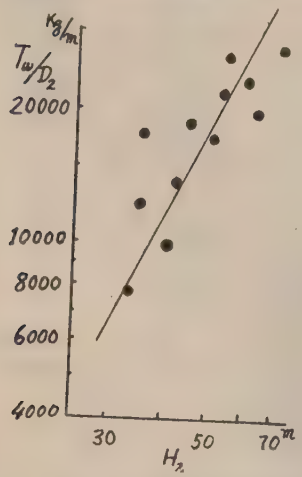



Fig. 5. Relation between $T_w/D_2$ and $H_2$.

## 2. 網

錨綱の資料の出所及び測定の結果は Table 6 にある通りで，調査された網は殆んど落網であるので，

$H_3$: 落網敷設の平均の水深,

$B_3$: 網の最大巾,

$D_3$: 網糸の太さ，直径

$L_3$: 網1目の大きさ

$\lambda$ : 側長（片側の長さ）

$\theta$ : 網が流れの方向となす角

**Table 6.** 定置網の寸法及び網についての測定値
Actual dimension of set nets and measured values on their sand bag rope

| 漁場名 Fishing ground | 網の種類 Kind of net | $H_3+\frac{B_3}{2}$ | 主要目合 $L_3$ Mesh size | 主要網糸の太さ $D_3$ Diameter of thread | 網の強さ $T_x$ Strength of rope |
|---|---|---|---|---|---|
| | | m | m | m | Ton |
| Shimamotogishi 富山県島本岸 | 落網 Trap net | 112 | .120 | .0028 | 7.32 |
| Kawashiri 〃 川尻 | 〃 | 59.0 | .105 | .0030 | 1.82 |
| Uozu 〃 魚津 | 大謀網 Kettle net | 135 | .150 | .0035 | 6.54 |
| Fukabiki 〃 深曳 | 落網 Trap net | 99.0 | .120 | .0030 | 4.45 |
| Yokonuma 岩手県横沼 | 〃 | 88.5 | .165 | .0027 | 1.63 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2.10 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 1.54 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2.15 |
| Koyadori 〃 小谷鳥 | 〃 | 103 | .150 | 〃 | 3.07 |
| Nedaki 〃 根滝 | 〃 | 87.0 | .135 | .0024 | 1.89 |
| Oowa 〃 大輪 | 〃 | 96.0 | .165 | 〃 | 1.44 |
| Negaimatsu 〃 願松 | 〃 | 118 | .120 | .0031 | 5.12 |
| Kuki No. 1 三重県九木1号 | 〃 | 96.0 | .150 | .0028 | 3.32 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2.39 |
| Kuki No. 2 〃 九木2号 | 〃 | 108 | .135 | 〃 | 7.04 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3.54 |
| Haida No. 2 〃 早田2号 | 〃 | 99.0 | .150 | 〃 | 3.05 |
| Nishiki No. 1 〃 錦1号 | 〃 | 99.0 | .135 | .0027 | 4.30 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3.75 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3.94 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 5.78 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2.97 |
| Nishiki No. 2 〃 錦2号 | 〃 | 108 | .150 | 〃 | 3.70 |
| 〃 〃 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 3.68 |
| Kazika 〃 梶賀 | 〃 | 108 | 〃 | 〃 | 6.48 |
| Ōshima 宮崎県大島 | 〃 | 73 | .120 | .0028 | 1.95 |

とすると，流れの速さが $v$ のとき，網の流れから受ける抵抗 $R_1$ は

$$R_1 = K_7 \frac{D_3}{L_3} \lambda \left(H_3 + \frac{B_3}{2}\right) f(\theta) v^2 \cdots\cdots\cdots (1)$$

とおける。$K_7$ は常数。

この $R_1$ を錨綱 $n$ 本で支えるとすると，錨綱1本当りにかかる力 $T_1$ は

$$T_1 = K_8 \frac{l}{\sqrt{l^2 - H^2}} \frac{D_3}{L_3} \frac{\lambda}{n} \left(H_3 + \frac{B_3}{2}\right) f(\theta) v^2 \cdots\cdots (2)$$

とかける。ここで $l$ は錨綱の長さ。$K_8$ は常数。

調べられた網型は殆んど同型であるので，$\frac{\lambda}{n}$，$\frac{l}{\sqrt{l^2 - H^2}}$ は略々等しいとみると，

$$T_1 = K_9 \frac{D_3}{L_3} \left(H_3 + \frac{B_3}{2}\right) f(\theta) v^2 \cdots\cdots\cdots (3)$$

とおける。$K_9$ は常数。

従つて網の場合と同様な取扱いをして錨綱に許される抗張力の最低値 $T_x$ は，

$$T_x = K_{10} \frac{D_3}{L_3} \left(H_3 + \frac{B_3}{2}\right)^2 \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

と表せる。$K_{10}$ は常数。

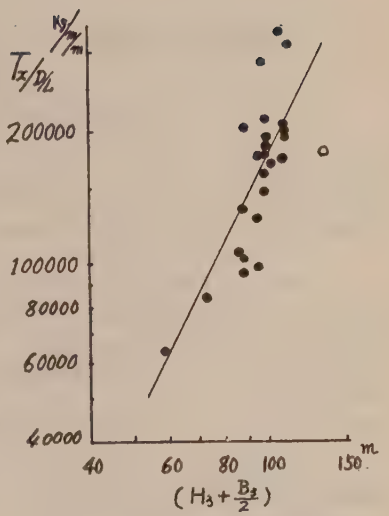



**Fig. 6.** Relation between $T_x / D_3/L_3$ and $\left(H_3 + \frac{B_3}{2}\right)$.
○····Kettle net

Fig. 6 より $H_3$, $B_3$, $D_3$, $L_3$ をそれぞれ $m$, $T_x$ を kg で表して常数を求めると，

$$T_x = 18.5 \frac{D_3}{L_3} \left(H_3 + \frac{B_3}{2}\right)^2$$

となる。

終りに御指導並に論文の御校閲を賜つた本学名誉教授田内森三郎博士，及び実験を手伝つて下さつた中村国男，穴倉義光，内海嘉郎，岩切潤，高屋昭二の諸君にそれぞれ深謝する。

## 参考文献

1) 宮本秀明外： 本誌，**21**, 6 (1955).

# 海水中に浸漬された網糸の強さの変化について—II.
## コールタール染合成繊維網糸の強伸度と温度との関係及び海水浸漬による強さの変化

下崎吉矩・野沢 靖*
(東海区水産研究所)

# On the Change in Strength of Netting Cords Immersed in ihe Sea—II.
## Relation between the Strength of Tarred Shnthetic Cords and the Temperature, and Comparison of Power of These Cords Changing When Immersed in the Sea

Yoshinori Shimozaki and Yasushi Nozawa

In the previous paper reporting changes the strength of cords immersed in the sea, the description was mainly concerned with non-treated synthetic cords. Whereas, the present work deals with tarred synthetic cords subjected to the sea immersion to see relationship between the tensile strength and the testing temperature as well as change in the strength that likely occurs during the immersion. The tarred synthetic cords used include Amilan, Cremona, Kanevyan and Saran. Each of them was categorized, as before, into $B_1$ and $B_2$: the former group being immersed continuously, while the latter intermittently.

1) Among the results obtained Figs. 1 and 2 show relationships between the experimental period and either the tensile strength or elongation along with mean testing temperatures which varied depending on a testing day.

2) In laboratory experiments of the same materials as used for the sea immersion it has been confirmed that tensile strength of the cords may be indicated with function of quadric or a higher degree in relation to the testing temperature. Relationship between tensile strength with temperature $S_{0\vartheta}$ or between elongation with temperature $E_{0\theta}$ may be expreseed by an experimental formula, respectively:

$$S_{0\vartheta} = a + b\theta + c\theta^2 \qquad 3 \leqq \theta \leqq 30$$
$$E_{0\vartheta} = a' + b'\theta + c'\theta^2 \qquad 3 \leqq \theta \leqq 30$$

From the experiments the constant, such as $a$, $b$, $c$, $a'$, $b'$ and $c'$, were obtained as shown in Table 1.

3) When $S_{i\theta}$ represents the tensile strength at $\theta$°C of a tarred cord which has been submerged in the sea continuously or intermittently during $i$ days, change of the tensile strength $K_i$ is measured as

$$K_i = \frac{S_{i\theta}}{S_{0\theta}}$$

In the same way, change in the elongation $K'_i$ is

$$K'_i = \frac{E_{i\theta}}{E_{0\vartheta}}$$

4) Let $k_i^j$ represent the mean ratio of changes from the tensile strength as of the $i$-th day to that on the $j$-th day after inception of the immersion, then

$$k_i^j = \{(K_i - K_j)/(j-i)\} \times 100 \quad (\%)$$

The mean ratio as to the elongation, $k'^j_i$ is in the same way

1958 年 5 月 14 日受理 東海区水産研究所業績 B 第 284 号
* 野沢靖 現在三重県立大学水産学部

$$k'^{j}_{i} = \{(K'_i - K'_j)/(j-i)\} \times 100 \quad (\%)$$

The ratios $K$ and $K'$ are obtained theoretically by

$$\frac{dK}{di} = f_{(i)} \quad \& \quad \frac{dK'}{di} = \varphi_{(i)}$$

$$K = K_0 + \int_0^i f_{(i)}\, di \quad \& \quad K' = K'_0 + \int_0^i \varphi_{(i)}\, di$$

where $f(i)$ is a general form of $k$ and $\varphi_{(i)}$ of $k'$.

5) So far the experiments have revealed that tensile strength of tarred synthetic cords in general tends to be more affected in summer, than any othor season while the strength of a particular synthetic cord, Cremona, is decreased during summer to fall: however, the change in the elongation of these cords seems uniform throughout the submerging perind.

前報[1]においては漁網用に最も広く用いられている3種の天然繊維，綿，マニラ麻，ラミーのカッチ染網糸及び4種の合成繊維，アミラン，クレモナ，カネビヤン，サランの無染漁網糸の海水浸漬中の強伸度の変化について述べ，これらの網糸の抗張力は冬期に増大し夏期に減少する曲線を以つて変化するが，これは網糸自体の強伸度の変化とは別に，網糸に張力が加わるときの温度の高低に左右されるためであることを実証し，実際にはこれらの網糸の強伸度は海水浸漬時間と共にほぼ直線的に減少していくことを指摘した。

著者等はここに，この試験において同時に実施されたコールタール染各種網糸の強伸度の変化とこれに関連あるタール染網糸の強伸度と温度との関係について報告する。各種網糸の中，綿糸，マニラ麻トワイン，ラミー網糸の強伸度変化については次報にゆずる。

## I　海水浸漬試験

### 1. 供糸試及び試験方法

供試糸及びその染着方法，網糸の浸漬方法及び場所，試験機，海水の温度及び網糸の海水浸漬と風日乾回数等は前報に同じ。試験期間は 1952 年 8 月 29 日より 1954 年 9 月 3 日までの 730 日で前報のものより 260 日延長された。この期間の平均水温及び風日乾繰返しの数は附表1に示した。この期間の $B_2$ 群網糸の海水中にあつた日数は 122 日，空中にあつた日数は 138 日であつた。$B_1$ 群網糸とはこの実験において海水中に連続的に浸漬された網糸のグループをいい，$B_2$ 群網糸とは2日おきに海水浸漬と風乾とを繰返した網糸のグループという。コールタールの酸価は 13.3 であつた*。

### 2. 結　　果

コールタール染合成繊維網糸 $B_1$ 及び $B_2$ 群の抗張力は浸漬日数に対し，無染合成繊維漁網糸 $A_1$ 及び $A_2$ 群の場合と同様の経過をたどつて変化する。また破断伸度についても同様である。ただクレモナの抗張力の変化傾向が他の三者と異なるのが注目される。本多等[2]の行つた合成繊維漁網糸の日光曝露試験の結果にもこれに類似した抗張力の変化がみられるが，これについては後に論議する。試験期間中の強伸度の経過を第1及び2図に示す。

第1及び2図の上部の図は同期間における抗張力測定時の室温の概略である。海水浸漬した各網糸については強伸度測定時の乾湿球温度計の湿球の示度をもつて網糸の温度とし，これを附表2に示す。一見して抗張力は室温と対蹠的に，破断伸度は同調して増減することが知られる。そしてこのような変化のうちにも，強伸度の減少傾向が察知される。強伸度減少の程度については室内実験に徴して詳しく検討される。

## II　強伸度と温度との関係

一般に漁網糸の強伸度は，漁網糸自体の性質の変化に伴つて変化する以外には，漁網糸に張力が加わる時の種々の条件に影響されて変化する。種々の条件の中では網糸の吸水状態，試長の大小，網糸に加わる力の速度，クランプの形状及び網糸の温度等がこれに影響する。海水浸漬期間中の強伸度変化は上記の最初の三

* 酸価は東海区水産研究所金子技官の測定になるものである。

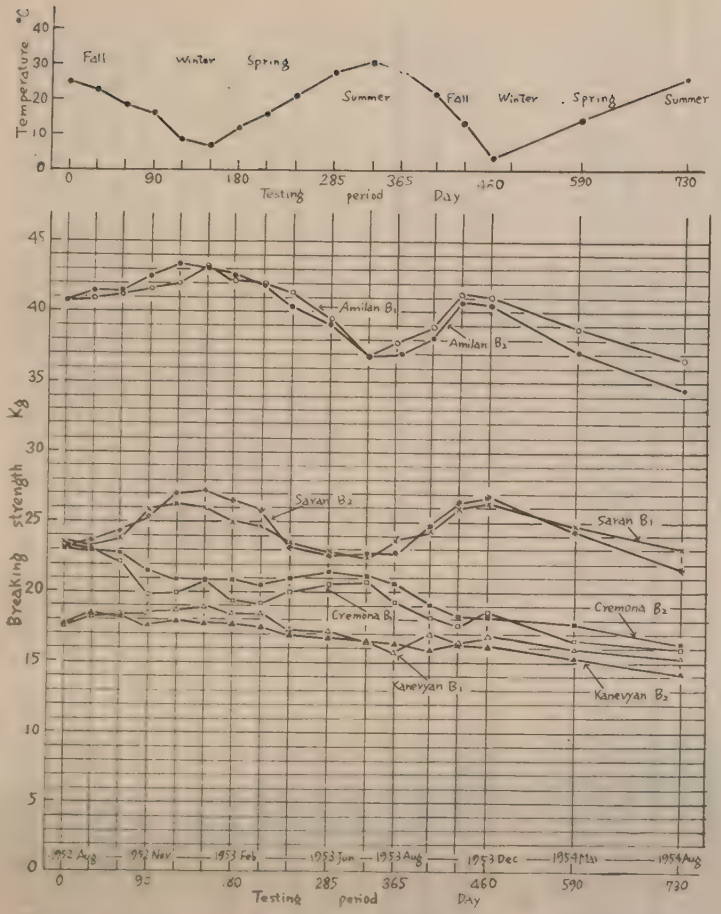



**Fig. 1.** Relation between the tensile strength at testing temperatures and the submerging period of the synthetic cords, $B_1$ and $B_2$ group.

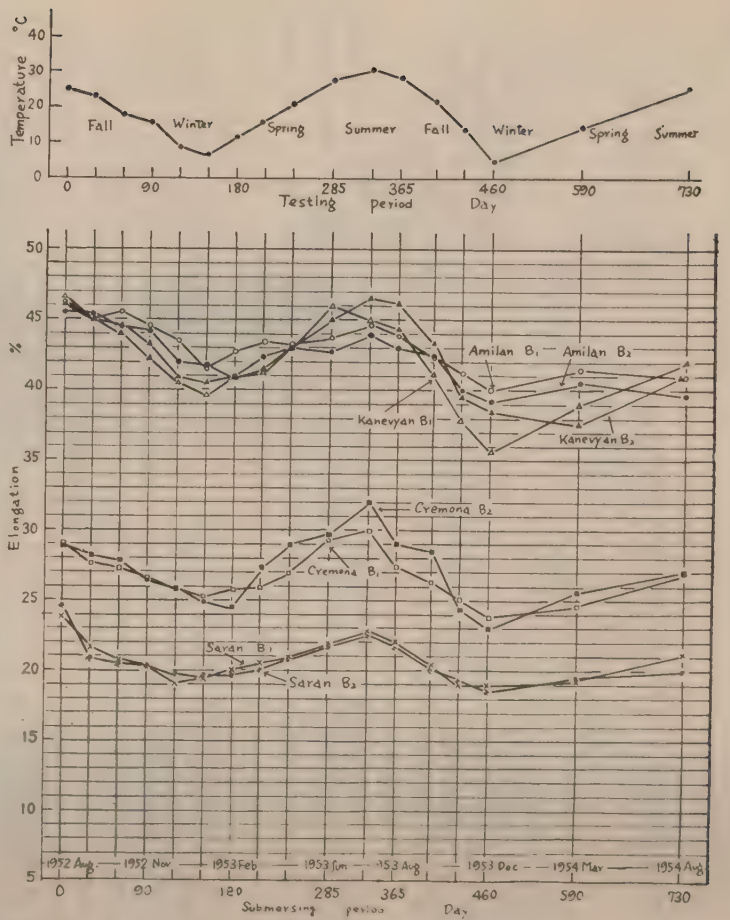



**Fig. 2.** Relation between the elongation at testing temperatures and the submerging period of the synthetic cords, $B_1$ and $B_2$ group.

条件を統一してあるときは最後の温度条件だけが網糸の実質的な強力変化の条件として影響すると考えられる。依つて，強伸度に対する温度支配の程度を確め，海水浸漬期間中の強伸度の真の変化を知るために，上記三条件を統一し*，3～30°C の種々の温度における同じ網糸の抗張力及び伸度を測定した。

## 1. 実　　験

海水浸漬試験の供試糸（コールタール染付後 3 カ月経過）を 48 時間以上水中に浸漬し，第 1 報の場合と全く同じ方法で実験した。なお，低温を得るための実験には東海区水研低温実験室が使用された。供試糸は低温状態では極めて剛く，充分乾燥してあるものは高温（25°C 以上）ではコールタールが軟化して手にくつつく程になり，極めて柔らかくなつた。

## 2. 結　　果

強伸度と温度との関係は第 3 及び第 4 図に示される如くで無染糸の場合の如き比例関係でないが，明らかに一定の関係があるものの如く，温度（$\theta$）3°C から 30°C の範囲で，最小二乗法により次の実験式が得られた。

$$S_{0\theta} = a + b\theta + c\theta^2 \qquad (1) \quad 3 \leqq \theta \leqq 30$$

$$E_{0\theta} = a' + b'\theta + c'\theta^2 \qquad (2) \quad 3 \leqq \theta \leqq 30$$

ここに $\theta$ は強伸度測定時の網糸の温度，$S_{0\theta}$ 及び $E_{0\theta}$ は夫々コールタール染網糸の海水浸漬前の $\theta$°C に

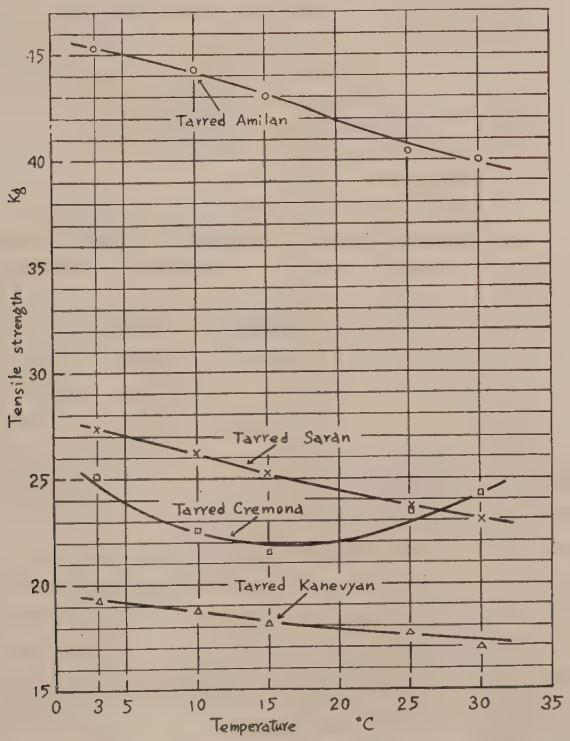



**Fig. 3.** Relation between the tensile strength and the temperature of the same tarred cords as in Fig. 1, but not submersed.

* 第 1 報　pp. 361

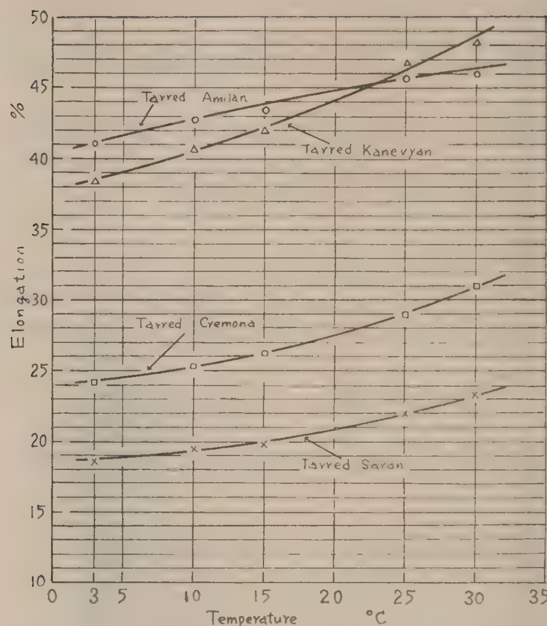



**Fig. 4.** Relation between the elongation and the temperature of the same tarred cords as in Fig. 2, but not submersed.

**Table 1.** The constants obtained by means of laboratory experiment.

| Kind of cards | a | b | c | a′ | b′ | c′ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amilan | +46.13 | −0.217 | +0.000281 | +40.20 | +0.274 | −0.00253 |
| Cremona | +26.57 | −0.558 | +0.0163 | +23.76 | +0.103 | +0.00449 |
| Kanevyan | +19.67 | −0.111 | +0.00115 | +38.45 | +0.187 | +0.00489 |
| Saran | +28.15 | −0.219 | +0.00152 | +18.35 | +0.062 | +0.00329 |

おける抗張力及び破断伸度である。各種網糸の $a$, $b$, $c$, $a'$, $b'$, $c'$ 等の係数を求めて第1表に示す。なお Figs. 1 及び 2 の各温度に対応する抗張力及び伸度の数値は測定値 10 個の平均値である。このときの標準偏差は抗張力の場合 $s \leqq 0.6$ であり，伸度の場合 $s \leqq 0.8$ であつた。

コールタール染網糸のコールタールが高温時に粘性が低く流動性をあらわし，低温時に凝固して強力を増大する事実と，網糸の引張時の抗性機構とからアミラン・カネビヤン・サラン網糸の温度と強伸度との関係が第3及び4図の如き曲線をとることは想像に難くないところであるが，クレモナの抗張力と温度との関係においては物理的関係以外の関係が生ずるようにおもわれる。これらの問題については後日あらためて検討すべきである。

## Ⅲ　海水浸漬による強伸度変化の検討

海水浸漬による網糸の強伸度の変化の中には，網糸そのものの質的変化によるものと，それ以外に網糸に張力が加わるときの条件の違いに起因する変化との両方を含むことは上述の通りである。強伸度に変化を与える諸条件の中，本実験で関係するのは強伸度測定時の温度のみである。

今ここで $B_1$ 及び $B_2$ 群の網糸も当然強伸度と温度の関係に関して実験室に於てなされたものと同様な関係を有するものとすると* 第1表より，海水浸漬前の網糸の強伸度を任意の $\theta$ につき求めることが出来る故，海水浸漬後 $i$ 日における網糸の任意の温度 $\theta$ における強伸度 ($S_{i\theta}$, $E_{i\theta}$) と海水浸漬前の網糸のこれと同じ温度における強伸度 ($S_{0\theta}$, $E_{0\theta}$) とを比較することにより，その期間中における海水浸漬網糸の真の残存強伸度を知ることが出来る。

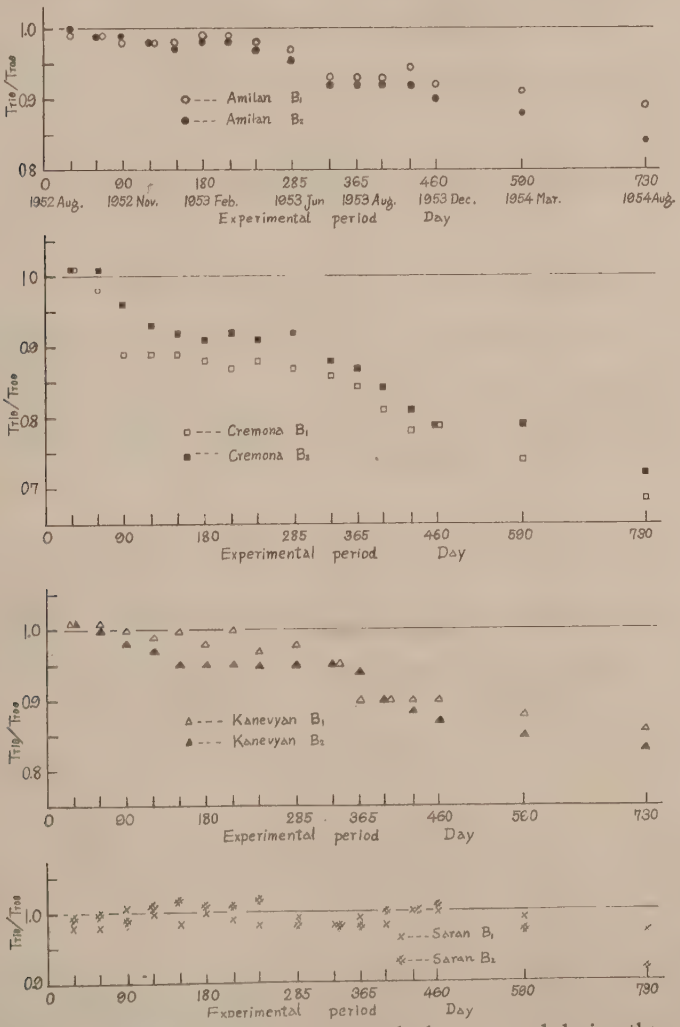



**Fig. 5.** Change in the tensile strength that occurred during the experimentaperiod.

* 海水中で浸漬された網糸の実験室中に保管された網糸の温度と抗張力の関係については本実験第1報の $A_1$, $A_2$ 群の網糸を同時に行い，類似の関係が得られている。(Appedix Table 3 参照) 但しこれは海水浸漬されず，網糸そのものについてはないから，一応ここでは同期間海水中に浸漬されたもの抗張力が各温度に対してそれと同様に変化をすると仮定する。

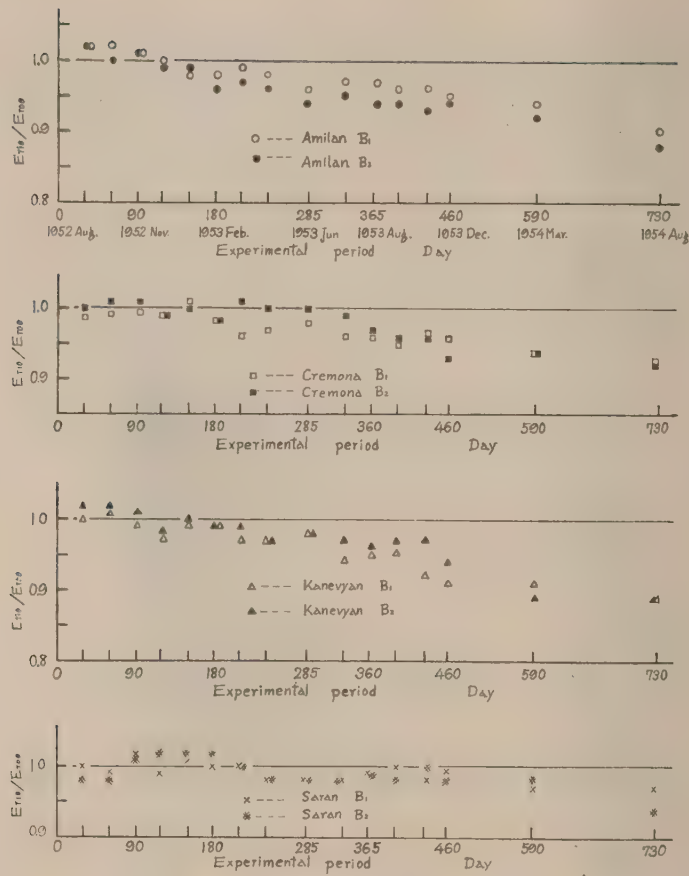



**Fig. 6.** Change in the elongation that occurred durring the experimental period.

$$K_t = \frac{S_{t\theta}}{S_{0\theta}} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$K'_t = \frac{E_{t\theta}}{E_{i\theta}} \quad \cdots\cdots (4)$$

附表2の温度と第1表とから $S_{0\theta}$ 及び $E_{0\theta}$ を，Figs. 1, 2 より $S_{t\theta}$ 及び $E_{t\theta}$ を得られる故(3)及び(4)式により，各種網糸につき $K_t$ 及び $K'_t$ を求めて第5及び6図を得る。第5及び6図より海水浸漬後 460 日において，$B_1$ 群及び $B_2$ 群の抗張力減少率をみると，アミランとサランは夫々約 8, 0％で $A_1$ 群及び $A_2$ 群の減少率と比較して夫々差異がなく，又同じアミランとサランの $B_1$ 群と $B_2$ 群の間にも始んど差がないことが知られる。一方クレモナ及びカネビヤンについてみるに，夫々の $B_1$ 群及び $B_2$ 群間の抗張力の差異は始んど著しい。$A_1$ 群と $B_1$ 群の間及び $A_2$ 群と $B_2$ 群の間の抗張力の減少は後者に前者の約2倍になっていることが注目される。海水浸漬後 460 日以前においては各種網糸につき次第に $B_1$ 群と $B_2$ 群の抗張力の変化の差異が大きくなる傾向にある。

同一期間についてみると $B_1$ 及び $B_2$ 群のアミラン，クレモナ，カネビヤン，サランの破断伸度の減少率は $A_1$ 群及び $A_2$ 群よりも少く，海水浸漬後 460 日において夫々，約 6, 5, 6, 2％ である。コールタル染の網糸は海水浸漬中に網糸自身が収縮する傾向があり，強伸度測定時のクランプ間隔は異に一方向して

実験されることから伸度は事実より大きく表われる傾向がある。このことが破断伸度の減少が $A_1$ 及び $A_2$ 群のそれに較べて小さく表われた原因の1つに考慮されてよいようにおもわれる。

今ある網糸の海水浸漬後 $i$ 日及び $j$ 日における強度を夫々 $K_i$ 及び $K_j$ とすると，$i$ 日から $j$ 日に至る期間の平均の抗張力減少率 $k_i^j$ は

$$k_i^j=(K_i-K_j)\frac{1}{i-j}\times 100\quad(\%)\cdots\cdots(5)$$

である。この場合 $K_i$ 及び $K_j$ は時間 $i$ 日の函数，したがって $k_i^j$ も時間の函数 $f(i,j)$ と考えてよい。即ち

$$k_i^j=f(i,j)\cdots\cdots(6)$$

若し $i$ と $j$ とが接近し $j=i+di$ と考え得るとき（5）式は

$$k_i^{i+di}=\frac{dK}{di}\cdots\cdots(7)$$

従つて

$$\frac{dK}{di}=f(i)\cdots\cdots(8)$$

これを積分して

$$K=K_0+\int_0^i f(i)\,di\cdots\cdots(9)$$

$K_0$ は最初の残存強伸度で $K_0=\dfrac{S_{0\theta}}{S_{0\theta}}=1$ であるから（9）式は

$$K=1+\int_0^i f(i)\,di\cdots\cdots(10)$$

となるから，仮説または理論式として $f(i)$ の函数形が定まれば，任意の時期における $K$ より，その時の抗張力減少率を求めることが出来る。

現在の場合はこの函数形の決定が困難であるので，これらの網糸の隣接する期間の抗張力測定毎に求められる $K$ の値より，（5）式により $k$ を計算し附表4を得る。破断伸度についても同様に取扱うと

$$k'^j_i=(K'_i-K'_j)\frac{1}{j-i}\times 100\quad(\%)\cdots\cdots(11)$$

$$K'=1+\int_0^i \varphi(i)\,di\cdots\cdots(12)$$

(11) 式より抗張力のときと同様にして $k'$ を求めて第5表を得る。($k'^j_i$ は海水浸漬後 $i$ 日より $j$ 日に至る期間の破断伸度の平均減少率である)。

$k$ は海水浸漬網糸の抗張力の変化率と考えてよい。得られた $k$ の値を各期間を季節毎にこみにしその値 $k_s$ みると，サランは抗張力の変化が小さいので，はっきりした傾向がつかないが，アミラン及びカネビヤンでは $B_1$, $B_2$ 群共に夏期に抗張力の減少率が高く，冬期に低く，クレモナは夏期より初冬にかけて減少率が大きく，冬の終りから春にかけては減少率が小さい。そしてこのような傾向は $B_2$ 群において顕著であることに対しては太陽の紫外線の影響が最も大きく考えられ，これについて波浪の影響が考えられる。またタール内容物の影響があるとすれば，海水温の高さも関係があるかも知れない(附表1参照)。サランは海水浸漬後180日頃よりコールタールが離脱しはじめ，試験後半では，コールタールの影響を余り多く受けなかつたようにおもわれる。

破断伸度の変化 $k'$ は時期的に特別の傾向がみられず，一般的には海水浸漬後 280 日から 365 日までの間と 460 日から 600 日との間で減少率が高い。抗張力の変化率と伸度の変化率が高い時期のずれの原因究明は今後に残される。

## 摘　　要

1. コールタール染合成繊維網糸の海水浸漬品（$B_1$ 群）及び海水浸漬品と風日乾の繰返し（$B_2$ 群）を連続的に行い，それらの抗張力 $S_{t\theta}$ 及び伸度 $E_{t\theta}$ が変化する経過を明らかにした。

2. これらの網糸の強伸度の変化は網糸自身の性質変化の外に，網糸に張力が働くときの温度に影響されると考え，同上供試糸について，抗張力 $S_{0\theta}$ 並びに伸度 $E_{0\theta}$ と温度 $\theta$ との関係を実験によつて確め，その関係を次の如き実験式によつて示した。

$$S_{0\theta}=a+b\theta+c\theta^2\qquad 3\leqq\theta\leqq 30$$

$$E_{0\theta}=a'+b'\theta+c'\theta^2\qquad 3\leqq\theta\leqq 30$$

3. 糸 $B_1$ 及び $B_2$ 群の網糸の抗張力 $S_{t\theta}$ 及び伸度 $E_{t\theta}$ も2と同様に温度によつて変化する函数と考えられるから，同一の温度についての任意の時期 $i$ 日における強伸度変化 $K$, $K'$ は

$$K_t = \frac{S_{t\theta}}{S_{0\theta}} \qquad K'_t = \frac{E_{t\theta}}{E_{0\theta}}$$

4. 海水浸漬期間の強度の変化率 $k$, $k'$ は理論的には

$$K = K_0 + \int_0^t f(i)\,di \qquad K' = K'_0 + \int_0^t \varphi(i)\,di$$

によつて任意の時期につき求められるが，本実験の場合は

$$k_i^j = (K_i - K_j)\frac{1}{i-j} \times 100 \quad (\%)$$

$$k'^j_i = (K'_i - K'_j)\frac{1}{i-j} \times 100 \quad (\%)$$

として，抗張力及び伸度の測定毎の隣接する期間 $i$, $j$ についての平均の強伸度減少率を求め，季節毎の抗張力並びに伸度の変化率の高低について考察した。

終りに臨み本実験を指導していただいた本所室本科長，御援助いただいた高山部長並びに漁生所長の各位に深甚の謝意を表する。また現場で御協力いただいた平井政治氏に深謝する。

## 文　献

1) 下崎吉矩: 本誌, 20, 359 (1954).
2) K. Honda, T. Ktikuchi & I. Okada.: J. Tokyo Uni. Fish, 43, 199 (1957).

**Appendix table 1.** Average sea-water temperature by month at the field and frequency for immersing and drying of the cords from January of 1954 to the end of the field test.

| Month(1954) | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Fal. | Aug. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Averagewater temp. (°C) | 16.0 | 14.2 | 14.6 | 15.5 | 18.2 | 21.7 | 23.8 | 26.0 |
| Frequency of immersing and drying | 8 | 6 | 7 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 |

**Appendix table 2.** The temperature (°C) of laboratory when their strength was tested after the submergences.

| Group | Kind of cords | Duration of submergence (days) 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 285 | 330 | 365 | 400 | 430 | 460 | 590 | 730 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $B_1$ group | Amilan | 22 | 20 | 16 | 14 | 10 | 15 | 16 | 19 | 24 | 30 | 26 | 18 | 11 | 7 | 16 | 23 |
| | Cremona | 22 | 20 | 17 | 14 | 9 | 15 | 18 | 21 | 27 | 29 | 24 | 20 | 13 | 8 | 15 | 25 |
| | Kanevyan | 22 | 19 | 17 | 14 | 9 | 13 | 14 | 21 | 27 | 28 | 24 | 18 | 13 | 6 | 16 | 25 |
| | Saran | 23 | 20 | 14 | 10 | 8 | 15 | 17 | 22 | 27 | 29 | 27 | 17 | 10 | 8 | 15 | 24 |
| $B_2$ group | Amilan | 20 | 19 | 15 | 10 | 8 | 10 | 15 | 20 | 26 | 30 | 27 | 21 | 9 | 6 | 17 | 24 |
| | Cremona | 22 | 19 | 14 | 14 | 11 | 10 | 17 | 24 | 26 | 28 | 27 | 23 | 11 | 8 | 19 | 24 |
| | Kanevyan | 20 | 18 | 16 | 13 | 10 | 12 | 14 | 21 | 26 | 28 | 27 | 22 | 11 | 8 | 15 | 24 |
| | Saran | 22 | 20 | 13 | 8 | 7 | 10 | 14 | 23 | 27 | 28 | 26 | 18 | 10 | 7 | 15 | 22 |

**Appendix table 3.** The constants obtained by means of laboratory experiment of the cords having been put in the laboratory during the all experimental perid, 730 days

| Kind of cords | a | b | c | a′ | b′ | c′ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Amilan | +43.90 | −0.179 | +0.000787 | +36.79 | +0.519 | −0.00991 |
| Cremona | +24.97 | −0.533 | +0.0132 | +18.80 | +0.191 | +0.000628 |
| Kanevyan | +16.47 | −0.0967 | +0.00141 | +33.09 | +0.211 | +0.00259 |
| Saran | +27.26 | −0.240 | +0.00181 | +19.35 | +0.0902 | +0.000940 |

**Appendix table 4.** Mean proportion of the change in the strength of the sea-submersed cords of $B_1$ and $B_2$ group, $k$ (%).

| | Season | Fall | | | | Winter | | | | Spring | | | Summer | | | Fall | | | Winter | Spring summer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Period of submergence (days) | 0 | −30 | −60 | −90 | −120 | −150 | −180 | −210 | −240 | −285 | −330 | −365 | −400 | −430 | −460 | −690 | −730 |
| $k$ on $B_1$ group | Amilan | $K_i - K_j$ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | −1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | −2 | 2 | 1 | 2 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | 0.0333 | 0 | 0.0333 | 0 | 0 | −0.0333 | 0 | 0.0333 | 0.0222 | 0.0890 | | 0 | −0.0333 | 0.0666 | 0.0071 | 0.0154 |
| | | $k$ | | 0.0222 | | | −0.0111 | | | 0.0184 | | 0.0445 | | | 0.0111 | | 0.0071 | 0.0154 |
| | Cremana | $K_i - K_j$ | −1 | 3 | 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | −1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | −1 | 5 | 6 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | −0.0333 | 0.1000 | 0.3000 | 0 | 0 | 0.0333 | 0.0333 | −0.0333 | 0.0222 | 0.0222 | 0.0573 | 0.0750 | 0.1000 | 0.0333 | 0.0357 | 0.0462 |
| | | $k$ | | 0.1222 | | | 0.0111 | | | 0.0074 | | 0.0398 | | | 0.0472 | | 0.0357 | 0.0462 |
| | Kanevyan | $K_i - K_j$ | −2 | 0 | 2 | 1 | −1 | 2 | −2 | 3 | −1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | 0.0666 | 0 | 0.0667 | 0.0333 | −0.0333 | 0.0667 | −0.0667 | 0.1000 | −0.0222 | 0.0667 | 0.1670 | 0 | 0 | 0 | 0.0143 | 0.0154 |
| | | $k$ | | 0 | | | 0.0222 | | | 0.0037 | | 0.1169 | | | 0 | | 0.0143 | 0.0154 |
| | Saran | $K_i - K_j$ | 2 | 0 | −3 | 1 | 2 | −2 | 1 | 1 | −1 | 1 | −1 | 1 | −2 | 0 | 1 | 2 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | 0.0667 | 0 | −0.1000 | 0.0333 | 0.0667 | −0.0667 | 0.0333 | 0.0333 | 0.0222 | 0.0222 | −0.0285 | 0.0285 | −0.0667 | 0 | 0.0072 | 0.0154 |
| | | $k$ | | −0.0111 | | | 0.0111 | | | 0.0144 | | −0.0032 | | | −0.0126 | | 0.0072 | 0.0154 |
| $k$ on $B_2$ group | Amilan | $K_i - K_j$ | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | −1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | 0 | 0.0333 | 0 | 0.0333 | 0.0333 | −0.0333 | 0 | 0.0333 | −0.0222 | 0.0890 | 0 | 0 | 0 | 0.0667 | 0.0143 | 0.0308 |
| | | $k$ | | 0.0111 | | | 0.0111 | | | 0.0185 | | 0.0445 | | | 0.0222 | | 0.0143 | 0.0308 |
| | Cremona | $K_i - K_j$ | −1 | 0 | 5 | 3 | 1 | 1 | −1 | 2 | −2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 2 | 0 | 7 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | −0.0333 | 0 | 0.1667 | 0.1000 | 0.0333 | 0.0333 | −0.0333 | 0.0667 | −0.0445 | 0.0890 | 0.0285 | 0.0858 | 0.1000 | 0.0667 | 0 | 0.0538 |
| | | $k$ | | 0.0445 | | | 0.0555 | | | −0.0185 | | 0.0588 | | | 0.0841 | | 0 | 0.0538 |
| | Kanevyan | $K_i - K_j$ | −2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | −0.0667 | 0.0667 | 0.0667 | 0.0333 | 0.0667 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0285 | 0.1143 | 0.0333 | 0.0667 | 0.0143 | 0.0154 |
| | | $k$ | | 0.0222 | | | 0.0333 | | | 0 | | 0.0143 | | | 0.0714 | | 0.0143 | 0.0154 |
| | Saran | $K_i - K_j$ | 2 | −2 | 1 | −3 | 1 | 0 | −1 | 4 | 0 | 0 | 0 | −2 | 0 | −1 | 3 | 6 |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i - K_j)$ | 0.0667 | −0.0667 | 0.0333 | −0 1000 | 0.0333 | 0 | −0.0333 | 0.1333 | 0 | 0 | 0 | −0.0571 | 0 | −0.0333 | 0.0214 | 0.0461 |
| | | $k$ | | 0.0111 | | | −0.0222 | | | 0.0332 | | | 0 | | −0.0301 | | 0.0214 | 0.0461 |

**Appendix table 5.** Mean proportion of the change in the strength of the sea-submersed cords of $B_1$ and $B_2$ group, $k'$ (%).

| | | Season | Fall | | | Winter | | | Spring | | | Summer | | | Fall | | | Winter | Spring Summer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Period of submergence (days) | 0 | −30 | −60 | −90 | −120 | −150 | −180 | −210 | −240 | −285 | −330 | −365 | −400 | −430 | −460 | 0 | −600 | −730 |
| $k'$ on $B_1$ group | Amilan | $K_i' - K_j'$ | | −2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | −1 | 1 | 2 | −1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | −0.0667 | 0 | 0.0111 | 0.0333 | 0.0667 | 0 | −0.0333 | 0.0333 | 0.0445 | −0.0222 | 0 | 0.0333 | 0 | 0.0333 | 0.0072 | 0.0308 | |
| | | $k$ | | | −0.0111 | | | 0.0333 | | | 0.0148 | | | −0.0111 | | | 0.0222 | | 0.0072 | 0.0308 |
| | Cremona | $K_i' - K_j'$ | | 2 | −1 | 0 | 0 | −2 | 3 | 2 | −1 | −1 | 2 | 0 | 1 | −2 | 1 | 2 | 1 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | 0.0667 | −0.0333 | 0 | 0 | −0.0667 | 0.1000 | 0.0667 | −0.0333 | −0.0222 | 0.0445 | 0 | 0.0333 | −0.0667 | 0.0333 | 0.0143 | 0.0077 | |
| | | $k$ | | | 0.0111 | | | 0.0111 | | | 0.0039 | | | 0.0223 | | | 0 | | 0.0143 | 0.0077 |
| | Kanevyan | $K' - K_j'$ | | 2 | −1 | 2 | 2 | −2 | 0 | 0 | 2 | −1 | 4 | −1 | 0 | 3 | 2 | −1 | 2 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | | −0.0333 | 0.0667 | 0.0667 | −0.0667 | 0 | 0 | 0.0667 | −0.0222 | 0.0890 | −0.0285 | 0 | 0.1000 | 0.0333 | −0.0072 | 0.0154 | |
| | | $k$ | | | 0.0111 | | | 0 | | | 0.0149 | | | 0.0303 | | | 0.0556 | | −0.0072 | 0.0154 |
| | Saran | $K_i' - K_j'$ | | 0 | 1 | −3 | 3 | −2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | −1 | −1 | 2 | −1 | 2 | 0 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | | 0.0333 | −0.0667 | 0.1000 | −0.0667 | 0.0333 | 0 | 0.0667 | 0 | 0 | −0.0285 | 0.0333 | 0.0667 | −0.0337 | 0.0143 | 0 | |
| | | $k$ | | | 0.222 | | | 0.0222 | | | 0.0222 | | | 0.0143 | | | 0 | | 0.0143 | 0 |
| $k'$ on $B_2$ group | Amilan | $K_i' - K_j'$ | | −2 | 2 | −1 | 2 | 0 | 3 | −1 | 1 | 2 | −1 | 1 | 0 | 1 | −1 | 2 | 4 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | −0.0667 | 0.0667 | 0.0333 | 0.0667 | 0 | 0.1000 | −0.0333 | 0.0333 | −0.0445 | −0.0222 | 0.0285 | 0 | 0.0333 | −0.0333 | 0.0143 | 0.0308 | |
| | | $k$ | | | 0.0111 | | | 0.0556 | | | −0.0148 | | | 0.0031 | | | 0 | | 0.0143 | 0.0304 |
| | Cremona | $K_i' - K_j'$ | | −1 | −1 | 0 | 2 | −2 | 3 | −3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | −1 | 2 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | −0.0333 | −0.0333 | 0 | 0.0667 | −0.0667 | 0.1000 | −0.1000 | 0.0333 | 0 | 0.0222 | 0.0573 | 0.0333 | 0 | −0.1000 | 0.0072 | 0.0154 | |
| | | $k$ | | | 0.0222 | | | 0.0333 | | | −0.222 | | | 0.0398 | | | 0.0444 | | 0.0072 | 0.0154 |
| | Kanevyan | $K_i' - K_j'$ | | −2 | 0 | 1 | 3 | −2 | 1 | 0 | 2 | −1 | 1 | 1 | −1 | 0 | 3 | 5 | 0 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | −0.0667 | 0 | 0.0333 | 0.1000 | −0.0667 | 0.0333 | 0 | 0.0667 | −0.0222 | 0.0222 | 0.0285 | 0.0333 | 0 | 0.1000 | 0.0357 | 0 | |
| | | $k$ | | | −0.0111 | | | 0.0222 | | | 0.0149 | | | 0.0254 | | | 0.0222 | | 0.0357 | 0 |
| | Saran | $K_i' - K_j'$ | | 2 | 0 | −4 | 0 | 0 | 0 | 2 | −2 | 0 | 0 | −1 | 1 | −2 | 2 | 0 | 4 | |
| | | $\frac{1}{j-i}(K_i' - K_j')$ | | 0.0667 | 0 | 0.1333 | 0 | 0 | 0 | 0.0667 | −0.0667 | 0 | 0 | −0.0285 | 0.0333 | −0.0667 | 0.0667 | − 0 | 0.0308 | |
| | | $k$ | | | −0.0222 | | | 0 | | | 0 | | | −0.0143 | | | 0.0111 | | 0 | 0.0308 |

# ブリの生態に関する二, 三の実験的研究

畑中正吉・高橋正雄・村川五郎
(東北大学農学部水産学科)

# Experimental Studies on the Feeding Habits of Amber-fish, *Seriola quinqueradiata T. et S.*

Masayoshi Hatanaka, Masao Takahashi and Gorō Murakawa

The feeding habits of the amber-fish, *Seriola quinqueradiata*, were analysed basing on the feeding experiments and the results were studied comparatively with those of the mackerel, *Pneumatophorus japonicus*.

(1) The amber-fish showed a diurnal rhythm in the feeding activity, taking food (the living saurel) quite actively in the early morning and also in the evening, and no food at mid-night (Table 1).

(2) When the amber-fish were reared together with the mackerel in the same pool, there always revealed an order of feeding, showing a superior behavior of the amber-fish against the mackerel (Tables 2 and 3).

(3) The prominent difference in growth rate between the amber-fish and the mackerel was discussed from the experimentally obtained relation between the feeding and the growth, and the rapid growth was attributed mainly to the better anabolic rate and the less maintenance ration of the amber-fish than the mackerel.

この研究は，暖流性洄游水族の相互の間の関係と，そのなかのエネルギー流転のすがたを知ろうとする研究の一部である。魚の習性や行動を，漁業をとおして，とれたものから知ろうとしても，なかなか判りにくいので，実験的にも調べる必要があろう。ワカナゴとかアオとかいわれる当才時代のブリ *Seriola quinqueradiata T. et S.* をプールに飼つて，その日常活動にふかい関連をもつ食生活についての習性や行動をしらべ，これを，同じような環境にすんでいるマサバ *Pneumatophorus japonicus* とくらべて，理解しようとした。

実験中，いろいろ便宜をはかつてくださつた東北大学女川水産研究実験所職員各位にあつく御礼申しあげる。本研究の費用の一部は農林省応用研究費によつた。

## 1. 摂餌活動の日周変化

自然状態での若いブリの胃の内容をしらべると，カタクチイワシ *Engraulis japonicus*，マアジ *Trachurus japonicus*，スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* その他の魚類で占められ，食性段階が高い[2]。早朝に採集すると，空胃が多く，食つているものでも，まだほとんど消化されていないが，夕刻には，胃の内容はそろつて充実していて，消化の程度もまちまちである。これからも，摂餌の日周活動が想像されるが，これを実験的に観察した。

海水をたえず流した1坪のプールに，体長 250mm，体重 246g のブリ1尾をいれて，このなかに，生きているマアジ（各々体重約 1.5g）を，昼間は 10 尾，夜間は 15 尾の密度をたもつように，2時間ごとにおきないながら，自由に食わせた。1956 年 9 月 25 日午前 11 時から，同 10 月 4 日午後 10 時まで 10

1958 年 5 月 15 日受理

日間，水温 17.1°～20.1°C（平均 18.4°C）で，つづけて観察した。

摂餌活動は，2時間ごと（ただし，夜間は前日の22時から5時までの間，1回）に，ブリが食つたアジの尾数で表わした (Table 1)。ブリは，一たん噛んで，逃げる力を失つたアジを，頭からのみこむ。

Table 1. The number of the saurel, eaten at random by the amber-fish, 25 cm long, for every two hours interval, observed during ten-day period. The living saurel were supplied to retain always 10 to 15 individuals in the pool.

| Date \ Time interval | 22′～5′ | 5′～9′ | 9′～11′ | 11′～13′ | 13′～15′ | 15′～17′ | 17′～19′ | 19′～21′ | 21′～22′ | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sept. 25 | — | — | — | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| 〃 26 | 0 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 11 |
| 〃 27 | 0 | 10 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 〃 28 | 0 | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 0 | 12 |
| 〃 29 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 12 |
| 〃 30 | 3 | 5 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 16 |
| Oct. 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0 | 0 | 15 |
| 〃 2 | 2 | 5 | 3 | 0 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 21 |
| 〃 3 | 0 | 5 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 〃 4 | 0 | 3 | 5 | 0 | 2 | 4 | 3 | 0 | 0 | 17 |
| Excluding the 1st day | 5 | 44 | 15 | 11 | 18 | 18 | 16 | 7 | 0 | 134 |

Table 1から判るように，ブリは夜間には餌をとらず，暁方から朝には，1日の量の半分ぐらい食う場合が多い。まひる頃には，食い方が少なく，そのご夕刻にかけて，ふたたびよく食う。ブリが餌をとる活動は，その日の最初に食つた量，天候，水温その他，餌の消化時間などによつても変わるから，朝と夕というように，はつきり分れた傾向は，この実験からはよく判らないが，自然状態でも，およそ同じようなことが起つていると思われる。実際は，1尾の10日間の観察にすぎないので，さらに，魚の大きさ，温度などを変えて飼つてみる必要があるが，前に述べた自然状態の胃内容物の調査結果をよく説明している。また，このような摂餌の習性は，ブリが昼間，岸近くによつていて，夕方沖合にでるといわれる習性とも関係があるであろうし，ブリを釣るときの餌のかかり方にも表われるであろう。

サバも，夜間には僅かな例外を除いて餌をとらないが，昼間にはブリのような日周変化は明らかでない。また，日周活動は，消化器官に胃の部分をもつ魚であつて，メダカのような無胃魚では見られない3)。

ブリの1日の食物量は，アジ11尾から21尾まで変化したが，平均の日間摂餌率は，体重に対して8.7%であつた。この10日間に，ブリは7g成長したので，日間成長率は0.28%となる。ただし，1尾だけの時よりも，他のブリとともに飼つた方が，1尾当りの食う量は増加し，成長もよくなる。このことは，サバの場合でも同様であるが，色々な体長のブリを，色々な温度で飼つたときの日周期とともに，あらためて報告する。

## 2. 摂 餌 競 争

自然には，若いブリとサバとは，湾内の小型定置網に，よく一緒に入るので，ほぼ同じようなところにすんでいると考えられる。同じような大きさのブリとサバとを，同じプールに入れて，餌をやると，いつも餌のとり方に順位があらわれる。

体長範囲，186～217 mmのブリ8尾と，176～206 mmのサバ8尾とを，6トンのプールに一緒にいれて，カタクチイワシをあたえて飼つた。1956年8月29日午前10時30分からはじめて，11時までの間に96

回，餌を1こづつ投げあたえた。互に識別された各魚は，第何回目に餌を投げたときに食い，その食つた量はいくらかを記録した (Table 2)。

Table 2. The order of taking food and the amount of food eaten by the individuals among the 8 amber-fish and the 8 mackerel reared together in the same pool, when they were fed with a piece of the anchovy one by one repeated 96 times.

| | Fish No. | B. L. mm | The order of taking food and (the amount of food eaten in g.) | Total g. |
|---|---|---|---|---|
| The amber-fish | 6 | 186 | 1(1.8) 5(1.8) 8(1.4) 36(1.9) 38(1.7) 44(1.4) 52(2.9) | 12.9 |
| | 4 | 195 | 2(3.5) 3(1.5) 9(1.4) 12(2.0) 13(1.4) 20(3.5) 31(2.0) 32(2.0) 85(2.5) | 19.8 |
| | 5 | 192 | 4(1.9) 6(3.0) 14(1.5) 48(3.9) | 10.3 |
| | 7 | 184 | 7(1.5) 19(3.1) 39(2.4) 46(4.5) | 11.5 |
| | 1 | 217 | 10(1.3) 16(1.2) 17(3.3) 23(3.0) 24(3.3) 62(2.5) 83(2.0) | 16.6 |
| | 8 | 183 | 15(1.3) 18(3.5) 21(1.8) 96(1.6) | 8.2 |
| | 3 | 203 | 11(2.4) 25(2.3) 37(3.0) 41(3.4) 42(1.5) 45(3.3) 47(4.7) 49(3.2) 78(2.8) | 26.6 |
| | 2 | 207 | 27(2.5) 30(3.7) 33(2.5) 34(1.9) 40(2.4) | 13.0 |
| The mackerel | 6 | 184 | 22(3.3) 26(2.3) 35(1.7) 60(1.5) 66(1.5) 73(1.4) 76(2.4) 95(2.2) | 16.3 |
| | 3 | 196 | 28(2.0) 53(3.2) 56(3.0) 57(1.5) 63(1.3) 67(1.9) 71(1.7) 74(1.9) 80(3.5) 87(2.2) 89(1.5) 91(1.3) | 25.0 |
| | 4 | 195 | 29(2.7) 45(3.3) 50(3.5) 54(3.9) 72(1.6) 81(2.8) 90(1.5) | 19.3 |
| | 8 | 177 | 43(1.0) 84(3.5) 94(1.9) | 6.4 |
| | 2 | 206 | 51(3.2) 77(2.1) 79(3.7) 86(2.3) 88(2.0) 92(1.4) 93(1.7) | 16.4 |
| | 1 | 197 | 55(3.4) 64(1.7) 82(2.0) | 7.1 |
| | 5 | 195 | 58(1.7) 65(1.5) 68(3.0) 75(3.0) 83(2.0) | 11.2 |
| | 7 | 176 | 59(1.9) 61(1.8) 70(1.9) | 5.6 |

第1回目の投餌から，第 21 回までは，すべてブリによつて占められ，第 22 回目にはじめて，1尾のサバが餌をとることができた。実験の前半，第1回から第 48 回までの，各魚の摂餌回数の分布をみると，ブリは8尾とも，少なくも3回，多いものは8回も餌を食つている。ところが，サバは8尾のうち，4尾が 1～3回餌をとつたが，残りの4尾は1回も食えなかつた。後半第 49 回から第 96 回までの摂餌の分布は，前半とは逆に，ブリはほぼ満腹したのか，1～2 回しか餌をとらなかつたが，サバは3回から 11 回もくつている。各魚が食つた量を，前半と後半とに分けると Table 3 のようになる。

Table 3. The amount of food taken by the individual fish during the experiment divided into two at the middle of the number of times giving food.

| The amber-fish | | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 | No. 7 | No. 8 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amount of food eaten g. | in the former half | 12.1 | 13.0 | 20.6 | 17.3 | 10.3 | 10.0 | 11.5 | 6.6 | 101.4 |
| | in the latter half | 4.5 | 0 | 6.0 | 2.5 | 0 | 2.9 | 0 | 1.6 | 17.5 |
| The mackerel | | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 | No. 7 | No. 8 | Total |
| Amount of food eaten g. | in the former half | 0 | 0 | 2.0 | 6.0 | 0 | 7.3 | 0 | 1.0 | 16.3 |
| | in the latter half | 7.1 | 16.4 | 23.0 | 13.3 | 11.2 | 9.0 | 5.6 | 5.4 | 91.0 |

ブリ8尾は，前半に 101.4g，後半に 17.5g，あわせて 118.9g，サバ8尾は，前半に 16.3g，後半に 91.0g，あわせて 107.3g を食つている。これは，自然状態の胃の内容からみて，これらのブリ，サバにとつて，満腹値に近いとおもわれる。したがつて，上の摂餌の順位が，両魚種のあいだで，餌の種類の適・不適とか，

あるいはその時の食欲の違いなどでおきたのでないことは明かである。そして，両魚種の混合飼育の実験中，投餌の際には，かならずこのような傾向をしめした。しかし，ブリのなか，あるいはサバのなかでの各個体のあいだには，摂餌の順位は判定されてなく，また，実験の範囲の大では，体長・体重などとも関係なかつた。

とにかく，同じような大きさで，同数のブリとサバのむれが，1こずつ与えられた餌をとろうとする際，サバはブリから積極的な攻撃をうけるわけではないが，一種の干渉をうけて，思うように餌がとれない。大きさが違つて，相手が体長の $1/2$～$1/3$ 以下になると，互に食う食われるの関係が生ずることはいうまでもない。サバよりもブリの尾数が少ないとか，大きさが劣る場合の実験をする必要があるが，ブリの摂餌の際の優先性は，自然における食性の違いやすみわけとも関係があると思われる。

ブリとサバとをまぜて飼うと，別々に飼うときよりも，夫々の摂餌量が著しく増すことはすでに報告した[1),2)]。Table 2 をみると，ブリの最初のはげしい摂餌活動が，ひととおり終つた頃から，サバが餌をとりはじめているが，サバが食つているうちも，あるいはサバもおよそ食い終つた頃にも，なお，ブリは断続的に餌をとつていることが判る。ブリとサバの摂餌活動の時間的すれは，互に刺戟しあつて，活動をなからせ，これが単一種で飼うときよりも，多量の餌を食う結果になるものと推定される。同種のなかでも，1尾を単独に飼うより，むれで飼つた方が，摂餌量が増すという事実も，これと同様な機作によると考えられる。

### 3. ブリとサバの生態の違い

ブリとサバとは，ともに，暖流性浮游水域のなかの重要種で，日本周辺の亜熱的沿岸部に多く，南北の分布範囲も似ている。ブリは仔稚魚期を除いては，いつでも魚類・軟体類を食つているが，サバは小魚類のほかに，浮游性甲殻類もよく食つている。東北海区では，夏に，湾内の小型定置網で，若いブリとサバとが同時にとれるが，この時期には，どちらも，カタクチイワシを食つていることが多い。少なくも夏には，棲息環境も食物もほとんど同じであるが，成長の速さは著しく違う。そして，ブリ当才魚は，1年間に，4520 Cal の食物を食つて，体重 800g (1420 Cal) となるから，効率はよいが，おもに，人間の利用できる魚類・軟体類を消費する[2)]。サバ当才魚は，1170 Cal の食餌を食つて，体重 130g (145 Cal) となるから，効率は悪いが，おもに人間の利用しない浮游性甲殻類を消費している[1)]。

同様な環境にすんで，同様な食物をとつているときの，ブリとサバの成長の速さの違いは，日々の食餌摂取量の違いと，その食物の体物質への転換効率の違いによるであろう。日々の摂餌量とそれによる成長率は色々な要因で大きく変わるから，単純に比べることはできない。

水温 21°C で，100g 前後の魚に，カタクチイワシを餌として与えて，良好な成長を示すときの飼育実験の結果[1),2)]では，日間成長率は，ブリが 3.2%，サバが 1.5% で，2倍以上の違いがある。このときの日間摂餌率は，ブリでは 11%，サバでは 10% で，あまり変わらない。

しかるに，餌の転換効率は，ブリが 29% (カロリー当量で 77%)，サバが 15% (カロリー当量で 27%) で，ブリはサバの2倍の効率をしめす。ここでいう転換効率は，食物が消化吸収され，体物質に同化されたもののうち，呼吸その他の日常活動に必要なエネルギーとして使われた残りが，成長にまわされたものとして，それと摂餌量の比であるから，この過程のどこが違うか知る必要がある。

上の条件のとき，摂餌率 ($x$) と成長率 ($y$) との回帰関係をもとめると：

$$\text{ブリ：}\quad y = 0.394x - 1.12,\quad y = 0 \text{ のとき } x = 2.8\ (\%)$$
$$\text{サバ：}\quad y = 0.224x - 0.80,\quad y = 0 \text{ のとき } x = 3.6\ (\%)$$

で表わすことができる。直線の傾斜，すなわち，見掛けの同化率は，ブリの方がよいばかりでなく，成長しないとき ($y = 0$) の摂餌率，すなわち，体物質に要する摂餌率もまた，ブリの方が少ない。後者のもつ意味は，ブリはサバよりも，生活するために体力を消耗する割合が少ないということである。また，この

ように効率がよくて成長が速いことが，ブリの養魚の行われる（香川県その他）理由の一つであろう。

なお，サバもブリも生まれてから同じ日数を経たものの間でも，食物の消費量とそれによつてなされた成長量との間の関係を比べる必要があるが，実際に，プールで観測すると，ブリは昼間でも，かげの下に動かないことがあり，夜間はほとんど静止していることが，夜間のフラッシュ撮影から推定できる。これに反して，サバは昼夜をとわず，いつも成群して泳いでいる。また，摂餌活動でも，ブリはサバよりも優位にあつて，食う時刻もほぼ一定しているが，サバは昼間，不規則に食うことは前述のとおりである。

要するに，ブリはサバよりも優位種で，摂餌・休息・游泳などの日常活動がすべて有利で，したがつて，日常活動に要するエネルギーも少なくてすむものと考えられる。

## 文　　献

1) HATANAKA, M. et al.: Tohoku Journ. of Agricultural Research, **7** (4), 351～368 (1957).
2) HATANAKA, M. and G. MURAKAWA: ibid, **9** (2), (1958).
3) 狩谷貞二：水産増殖，**4** (2), (1956).

# バッチ網の模型実験

野 々 田 得 郎
(三重県立大学水産学部)

# Model experiments on Batti-Ami

Tokuro NONODA

50 H. P. and 80 H. P. Batti-Ami (paranzella net for catching anchovy) which are being used in Ise Bay were studied by the model experiments. The scales of both nets were reduced to 1/15 of the full scales according to Tauti's principle. The details of these nets are shown in Table 1, 2, and Fig. 1.

The results obtained are shown in Figs. 2, 3, 4 and 5. From Figs. 2 and 3, the following are deduced concerning the full scale of nets. When the distance between the two-teamed boats is 200 m and the pulling speed is about 0.8 mile/hour, that is, the longest pulling condition during one operation, each value of the mouth height and width of the bag net and the tension on the warp in the 50 H. P. are 9.2 m, 11 m, and 3.6 tons respectively. On the similar condition, they are 8.5 m, 11.5 m, and 4 tons respectively, in the case of 80 H. P.

In Fig. 6, a few records of the nets by the fish finder are represented. In point of the mouth height the result of the present experiments show approximately the same values as those obtained from Fig. 6.

バッチ網は元来中層曳網であるが現在伊勢湾で操業されているバッチ網は水深の関係上必ずしも中層曳網であるとはいえない。伊勢湾においてバッチ網が操業される水深は 10～20 米が多く，この水深の範囲内で曳網の長さ，浮子または沈子の量，或いは両船間隔等を適当に変えることにより漁獲効果をあげようとしているが，このような試みの根拠は極く上層の魚群を漁獲対象とする場合をのぞき沈子網の海底えの接着状態が漁獲高に大きな影響を与えるという考えに基いているようである。そこで上述の操作条件のもとでバッチ網を曳網した場合の網成の状態，曳網にかかる抵抗等を知るために 50 及び 80 H. P. の漁船の網を例にとり，それぞれ模型実験を行つた。

実験に用いた実物網の構造の概要は Fig. 1 に示す。模型網は田内博士の比較法則[1]に従つて次の順序で作製した。

1) 模型網の寸法 ($\lambda_1'$, $\lambda_2'$) は 50 H. P., 80 H. P. 共実物網の寸法 ($\lambda_1''$, $\lambda_2''$) の 1/15 とした。従つて模型網の網地の長さ，すべての綱類の長さ，出来上り寸法，曳行場所の水深などは皆この縮尺通りにした。

2) 実物網の網糸には嚢網部では綿糸，その他の部分ではマニラトワインが用いられているが，模型網の網糸には 50 H. P. ではすべて綿糸を用い 80 H. P. では実物網と同様に綿糸とマニラトワインを用いた。そこで 50 H. P. では嚢網を基準にとり模型網の嚢網の糸の太さ ($D_1'$) と目合 ($L_1'$) とは実物網のそれら ($D_1''$), ($L_1''$) に対して $D_1'/D_1'' = L_1'/L_1'' = 1$, 80 H. P. ではすべての部分において $D_2'/D_2'' = L_2'/L_2'' = 1$ となるようにした (Table 1, 2)。

3) 嚢網においては 50 H. P., 80 H. P. 両者とも模型網及び実物網の網糸の比重 ($\rho'$ 及び $\rho''$) は同じく綿糸で 1.39, 網目の大きさの比は 1 であるから模型網における流速 $v'$ と実物網における流速 $v''$ との比は両者とも $v'/v'' = \sqrt{L'(\rho'-1)/L''(\rho''-1)} = \sqrt{(1.39-1)/(1.39-1)} = 1$ となる。

1958 年 6 月 2 日受理

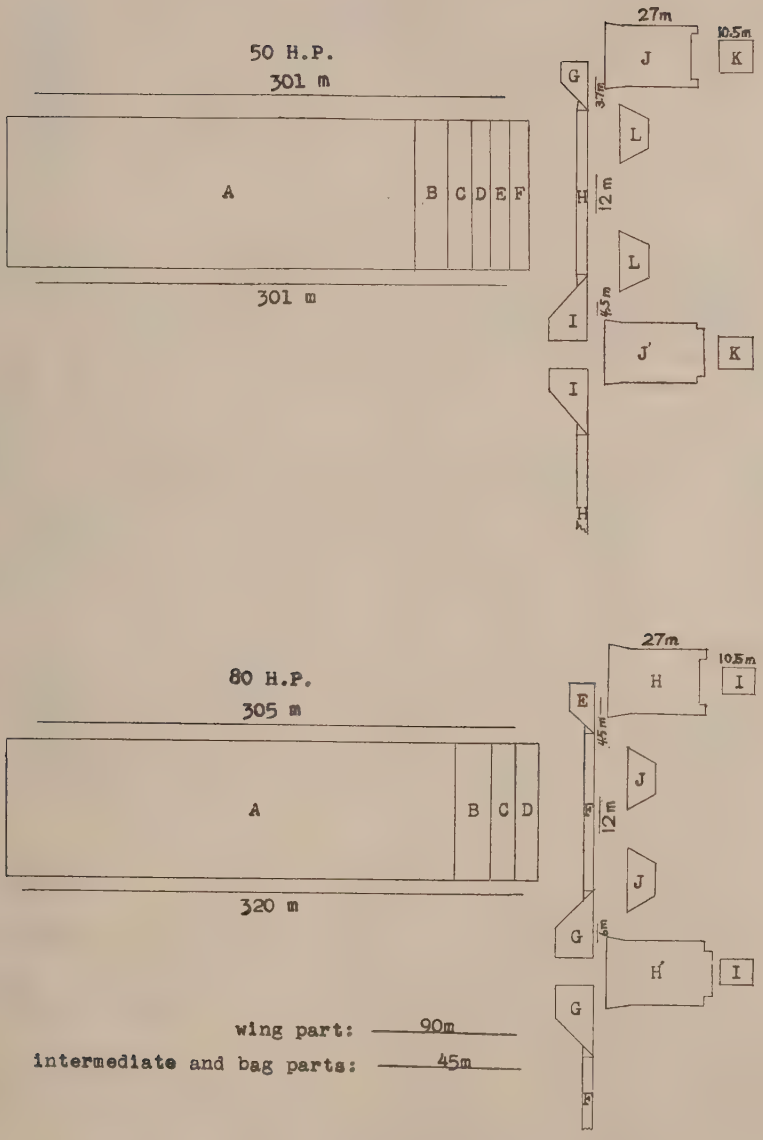



Fig. 1. Design of the net.

4) 50 H.P. においては，実物網の袖網がマニラトワイン（比重 $\rho_1''$: 1.43）で出来ているのを模型網では綿糸（比重 $\rho_1'$）にするので模型網の袖網の糸の太さ（$D_3'$）及び網目の大きさ（$L_3'$）は実物網のそれら（$D_3''$）及び（$L_3''$）との比が $D_3'/D_3'' = L_3'/L_3'' = (v'/v'')^2 \times (\rho_1''-1)/(\rho'-1) = 1 \times (1.43-1)/(1.39-1) \fallingdotseq 1.1$ となるようにした。

**Table 1.** Details of the strip of net (50 H. P.)

| Name | | Mark in Fig.1 | Full Scale Material | Full Scale Diameter of Thread (mm) | Full Scale Size of Mesh (cm) | Model Material | Model Diameter of Thread (mm) | Model Size of Mesh (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wing Part | | A | Manila Twine | 3.18 | 284 | Cotton | 3.50 | 312 |
| | | B | 〃 | 〃 | 227 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | | C | 〃 | 2.85 | 151 | 〃 | 3.14 | 166 |
| | | D | 〃 | 2.53 | 75.7 | 〃 | 2.78 | 84.4 |
| | | E | 〃 | 〃 | 56.8 | 〃 | 〃 | 62.5 |
| | | F | 〃 | 〃 | 37.9 | 〃 | 〃 | 41.6 |
| Intermediate Part | Upper Side | G | 〃 | 2.53 | 30.3 | 〃 | 2.78 | 33.3 |
| | | H | 〃 | 2.22 | 〃 | 〃 | 2.44 | 〃 |
| | Lower | I | 〃 | 3.18 | 〃 | 〃 | 3·50 | 〃 |
| Entire Bag | Upper | J | Cotton (Moji-Ami) | .59×.59 | .49 | Cotton (Moji-Ami) | .59×.59 | .49 |
| | Lower | J′ | 〃 | .59×.73 | 〃 | 〃 | .59×.73 | 〃 |
| | Cod end | K | 〃 | .59×.73<br>.73×.73 | 〃 | 〃 | .59×.73<br>.73×.73 | 〃 |
| | Flapper | L | 〃 | .59×.59 | 〃 | 〃 | .59×.59 | 〃 |

**Table 2.** Details of the strip of net (80 H. P.)

| Name | | Mark in Fig.1 | Full Scale Material | Full Scale Diameter of Thread (mm) | Full Scale Size of Mesh (cm) | Model Material | Model Diameter of Thread (mm) | Model Size of Mesh (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wing Part | | A | Manila Twine | 3.18 | 265 | Manila Twine | 3.18 | 265 |
| | | B | 〃 | 2.85 | 151 | 〃 | 2.85 | 151 |
| | | C | 〃 | 2.53 | 75.7 | 〃 | 2.53 | 75.7 |
| | | D | 〃 | 2.22 | 37.9 | 〃 | 2.22 | 37.9 |
| Intermediate Part | Upper Side | E | 〃 | 2.53 | 30.3 | 〃 | 2.53 | 30.3 |
| | | F | 〃 | 2.22 | 〃 | 〃 | 2.22 | 〃 |
| | Lower | G | 〃 | 2.53 | 〃 | 〃 | 2.53 | 〃 |
| Entire Bag | Upper | H | Cotton (Moji-Ami) | .59×.59 | .49 | Cotton (Moji-Ami) | .59×.59 | .49 |
| | Lower | H′ | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| | Cod end | I | 〃 | .73×.59 | 〃 | 〃 | .73×.59 | 〃 |
| | Flapper | J | 〃 | .59×.59 | 〃 | 〃 | .59×.59 | 〃 |

5) 50 H. P., 80 H. P. 両者共実物網のマニラロープ（比重 $\rho_2''$: 1.43, 太さ $D_4''$）及び藁縄（比重 $\rho_3''$: 1.39, 太さ $D_5''$）に対して模型ではマニラロープ（比重 $\rho_2'$, 太さ $D_4'$ 及び $D_5'$）を用いその太さの比を $D_4'/D_4'' = \sqrt{\lambda'/\lambda''\times(v'/v'')^2\times(\rho_2''-1)/(\rho_2'-1)} = \sqrt{1/15\times(1.43-1)/(1.43-1)} \fallingdotseq .26$, 及び $D_5'/D_5'' = \sqrt{1/15\times(1.39-1)/(1.43-1)} \fallingdotseq .25$ とした。(Table 3, 4)

6) 浮子及び沈子については 50 H. P, 80 H. P. 両者とも模型網及び実物網の相対応する部分の総浮力

**Table 3.** Details of rope (50 H. P.)

| Name | Full Scale Material | Full Scale Diameter (mm) | Full Scale Length (m) | Model Material | Model Diameter (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Head Rope | Manila | 15 | 301 | Manila | 3.9 |
| Maki Rope | 〃 | 20 | 269 | 〃 | 5.2 |
| Ground Rope | Straw | 30 | 301 | 〃 | 7.5 |
| Maki Rope | Manila | 12 | 235 | 〃 | 3.1 |
| Warp | 〃 | 24 | 150 | 〃 | 6.2 |

**Table 4.** Details of rope (80 H. P.)

| Name | Full Scale | | | Model | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Material | Diameter (mm) | Length (m) | Material | Diameter (mm) |
| Head Rope | Manila | 17 | 305 | Manila | 4.4 |
| Maki Rope | 〃 | 22 | 280 | 〃 | 5.7 |
| Ground Rope | Straw | 32 | 320 | 〃 | 8.0 |
| Maki Rope | Manila | 16 | 245 | 〃 | 4.2 |
| Warp | 〃 | 24 | 150 | 〃 | 6.2 |

$F'$ 及び $F''$) または総沈降力 ($W'$ 及び $W''$) の比は, $F'/F'' = W'/W'' = (\lambda' v'/\lambda'' v'')^2 = (1/15)^2 \fallingdotseq$ .004 となる。(Table 5～8)

**Table 5.** Details of float (50 H. P.)

| Attached to | Full Scale | Model |
|---|---|---|
| | Buoyancy (kg) | Buoyancy (g) |
| Wing | 307 | 1351 |
| Intermediate | | |
| Entire Bag | 47 | 207 |

**Table 6.** Details of float (80 H. P.)

| Attached to | Full Scale | Model |
|---|---|---|
| | Buoyancy (kg) | Buoyancy (g) |
| Wing | 313 | 1377 |
| Intermediate | | |
| Entire Bag | 47 | 207 |

**Table 7.** Details of sinker (50 H. P.)

| Attached to | Full Scale | Model |
|---|---|---|
| | Weight in water (kg) | Weight in water (g) |
| Wing Part | 82 | 361 |
| Spreader | 60 | 264 |

**Table 8.** Details of sinker (80 H. P.)

| Attached to | Full Scale | Model |
|---|---|---|
| | Weight in water (kg) | Weight in water (g) |
| Wing Part | 75 | 330 |
| Spreader | 70 | 308 |

実験は伊勢湾の水深 2m 前後，底質細砂の所で，網を小船で曳行し色々の両船間隔における嚢網口の形状，曳網にかかる抵抗及び網の浮上状態を観測し，次に嚢網口上部に網を完全に浮上せしむるだけの浮力を加え網を上層につりあげて曳網した場合（上層の魚群を魚獲対象とする時に行う）の嚢網口の高さを測定した。おこれらの実験において曳綱の長さはすべて実物網に換算して 150m とした。(以下実物網に換算した値) 両船間隔及び曳行速度を色々に変えた場合の嚢網口の高さ及び巾の変化は Fig. 2 に見るように 50 H. P.,

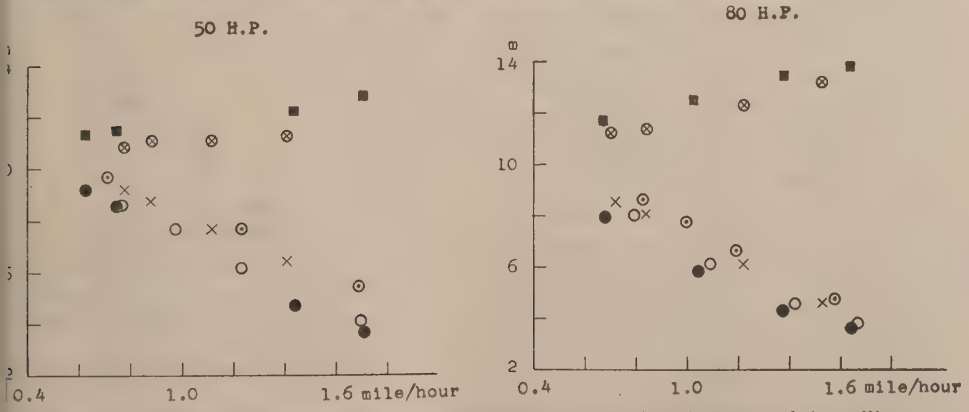



**Fig. 2.** The relation between the mouth height and width of the bag net and the pulling speed.
Different marks ⊙, ×, ○, and ● denote the mouth height in the case where the distances between two-teamed boats are 100, 200, 300 and 400m respectively and ⊗ and ■ denote the mouth width in the case where the distances between two-teamed boats are 200 and 400m.

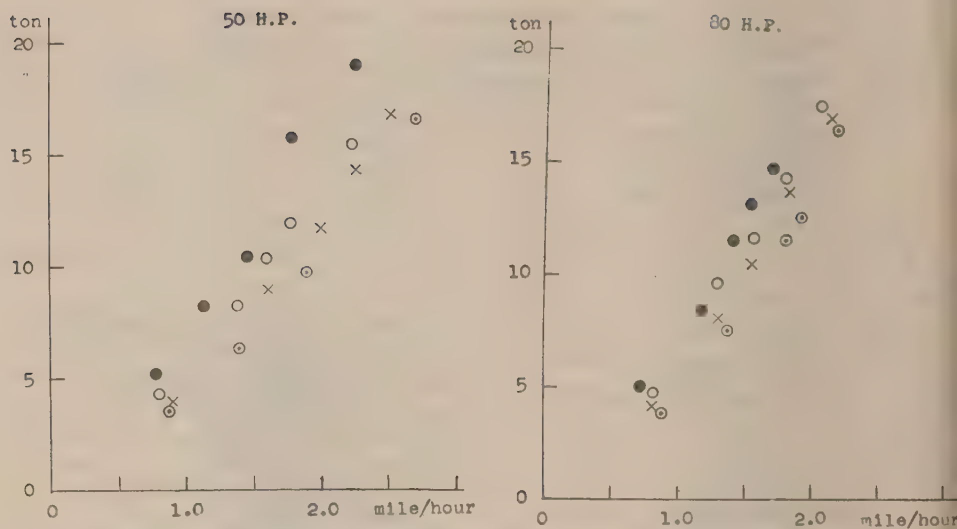



Fig. 3. The relation between the tension on the warp and the pulling speed. Different marks are all the same as in Fig. 2.

80 H. P. ともほぼ同じ傾向を示しているが，この中でバッチ網が最も長く曳網される両船間隔 200m, 曳行速度 0.8 浬/時 の場合について見ると（バッチ網の操業は投網後両船の間隔を 400m 位に開いて曳網を開始し，除々に間隔をせばめて行き両船接して曳網を終るが，曳行速度も曳網のごく初期には 0.6 浬/時 程度，最後の両船接して追こみをかける時は 1 浬/時 程度に達する。しかし一操業を通じて両船間隔約 200m，曳行速度 0.8 浬/時 程度の曳網状態が時間的に一番長い）50 H. P. は高さ約 9.2 m，巾 11m，80 H. P. は高さ 8.5m，巾 11.5m 程度を示している。曳網にかかる抵抗も両者がほぼ同じ傾向を示しているが嚢網部の大きい 80 H.P. の方がやや大きな値を示している (Fig. 3)。次に 50 H. P. の網について下網 (Fig. 1 に示してある lower part) 沈子網の海底からの浮上距離を測定して網の浮上状態を見る目安とした (Fig. 4)。この図によると曳行速度が 0.7～0.8 浬/時 で，両船間隔が広い場合は 1～2m 浮上しているが両船間隔がせまくなると浮上程度は小さくなる。この中で曳行速度 0.75 浬/時，

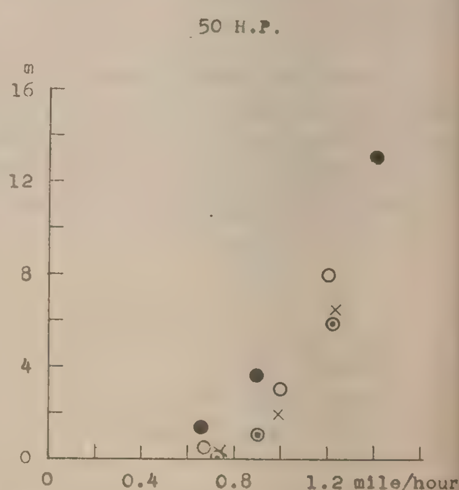



Fig. 4. The distance from the sea bottom to the ground rope attached to the intermediate part.
Different marks are all the same as in Fig. 2.

両[illegible] 200 m の場合[illegible] 40cm [illegible]
袖の袖網と下網の結着点から袖先に向つて約 60～120 m の部分が海底に接していることが観察され[illegible]
[illegible] Fig. 5 [illegible]
[illegible] 50 H. P. [illegible] 80 H. P. [illegible]

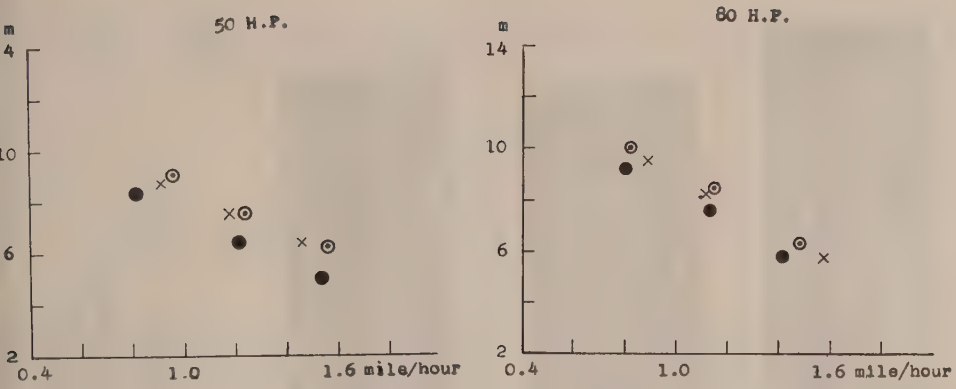



**Fig. 5.** The relation between the mouth height of the bag net and the pulling speed in case of increasing the buoyancy.
Different marks are all the same as in Fig. 2.

い。これは 80 H.P. の網が 50 H.P. の網にくらべて奥袖網の網丈が小さく，嚢網口周囲の寸法が大きいといつた仕立の相違からくるものと考えられる。

以上は模型実験の結果であるが，この模型実験から得た嚢網口の高さの値は Fig. 6 にポされる実物網操業中（普通に曳網している場合と上方に引上げて曳網している場合）の魚群探知機の記録から測定した嚢網口の高さの値とほぼ等しいようである。

終りに本研究の御指導並びに論文の御校閲をいただいた本学宮崎千博助教授に衷心より謝意を表する。

## 文　　献

1) M. TAUTI: A relation between experiments on model and full scale of fishing net., Bull Jap. Soc. Sci. Fis. 3, 4, (1934).

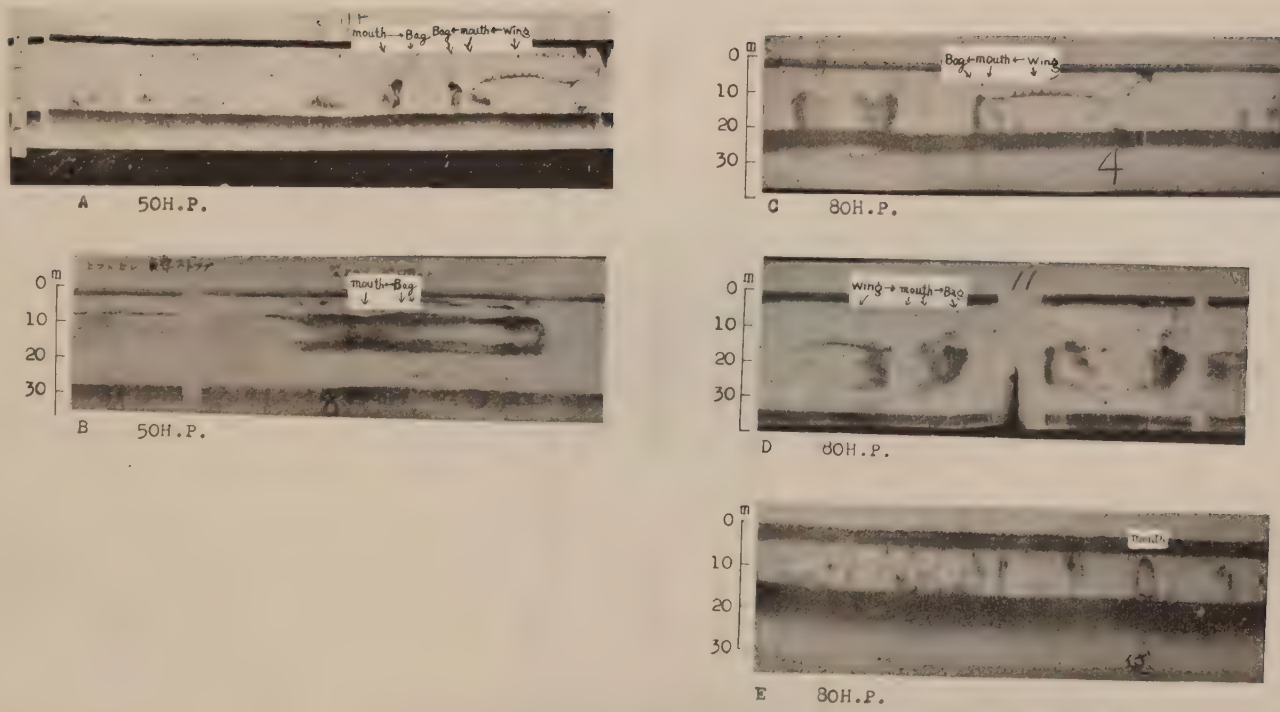



**Fig. 6.** The records of the nets by the fish finder.

A, C, and E: The case where the pulling condition is normal.
B and D: The case where the net is pulled upwards owing to the increase of the buoyancy. The distance between two-teamed boats and the pulling speed are as follows:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A: | Distance between two-teamed boats | 250～300 m, | Pulling speed | .7～.9 mile/hour |
| B: | 〃 | 200 m, | 〃 | .8～.9 mile/hour |
| C: | 〃 | 200 m, | 〃 | .7 mile/hour |
| D: | 〃 | 200～250 m, | 〃 | .8 mile/hour |
| E: | 〃 | 250～300 m, | 〃 | .8 mile/hour |

# 網地の材料の相違による吹かれについて

岡 林 正 十 郎
(高知大学農学部水産学科)

# On the Deformation of Fishing Net Caused by the Current

Syôzyûrô Okabayashi

By a model of a representative bag net of fixed fishing nets, the deformations ($\theta$) caused by the tidal currents ($V$) were studied (**Fig. 5.**). The results were scaled up into three kinds of actual nets (2 kinds of synthetic fiber Saran, Cremona the densities of which were $\rho = 1.70$ and 1.24, and cotton $\rho = 1.39$). The difference of deformation owing to the difference of the apparent density of netting cord in water has been infered (**Fig .6**). The degree of recovery in deformation of the net caused by the current by adding the weighted rib lines has also been studied (**Figs. 7 and 8**).

同一設計の漁網が同じ流速の場所に設置された場合においても，糸の比重が異ると，網成は違つてくることが想像される。したがつて，網の型式とその漁場の流速とによつて，用いられる漁網材料の選択がなされなければならないであろう。この場合，選択の指標となるものは糸の太さと網糸の比重とである。

本実験においては塩化ビニリデン系，ポリサクサンビニール系の合成繊維および綿糸とで同一設計に仕立てられた漁網が，同じ流速のもとで比重の相違によつてどのように網地の吹かれが異るか，また，吹かれている網に沈子をつけた筋綱を添加して変形を防止することの効果を模型網で実験した。

## 実　　験

実験対象として Fig. 1 に示すような3種類の材料を用いた同一形状の袖状嚢網を想定し，これから用内の法則によつて縮尺 1/300 の模型網を作製した。この模型網はただ一つであるが，実物網の材料3種に対応して3種類の模型とみることができる。すなわち，1) 実物網のサラン，クレモナ綿糸に対して模型網ではすべて絹糸を用い目合の縮尺を 13/100 とした。2) 同じ型をとる時の実物網と模型との流速の比はサランの比重 $\rho = 1.70$，クレモナは $\rho = 1.24$，綿糸は $\rho = 1.39$，絹糸は $\rho = 1.25$ としてサランでは 0.22，クレモナでは 0.37，綿糸では

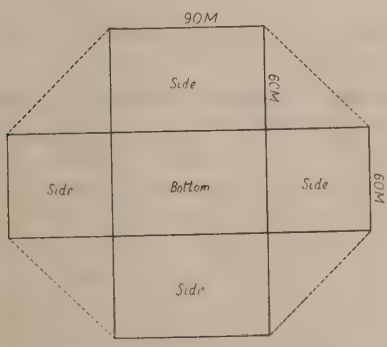



**Fig. 1.** Design of the rectangular bag net.

**Table 1.** Details of webbing.

| Full Scale | | | Model | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Material | $D''$ mm | $L''$ cm | Material | $D'$ mm | $L'$ cm |
| Saran* | 3.0 | 15.0 | Silk | 0.4 | 2.0 |
| Cotton | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| Curemona** | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |

* Polyvinyliden chloride.
** Polyvinyl acetate.

1958 年 6 月 3 日受理

0.29 となる。3) 模型網の筋綱沈子は1本の空中重量が 0.25g の銅線を綿糸に巻きつけて用いた。実物網では鉛を用いるものとし，模型網の沈子重量を $W'$，実物網のそれを $W''$ とすると，サラン網では

$$\frac{W'}{W''}=\frac{1}{300^2}\cdot\frac{1.00}{1.025}\cdot 0.048\cdot\frac{0.912}{0.888}\fallingdotseq 5\times 10^{-7}$$

よつて1本につき $W''=0.25/(5\times 10^{-7})\fallingdotseq 500$ kg，同様にしてクレモナ網は $W''\fallingdotseq 167$ kg，綿糸網は $W''\fallingdotseq 280$ kg となる。4) 模型網では浮子の浮力は充分大きく見積つて，流速の増加によつても浮子が沈下しないようにした。5) この模型網を廻流式水槽内に一方を固定して設置し，一定方向から種々な流速の流れを与えてその時の網地の吹かれを写真撮影し，潮上の側の網地の吹かれの角度 $\theta$ を測定した (Fig. 2~4)。

**Table 2.** Details of rib line.

| Webbing | Model | | Full Scale | |
|---|---|---|---|---|
| | Material | $W'$ g | Material | $W''$ kg |
| Saran | Copper | 0.25 | Lead | 500 |
| Cotton | 〃 | 〃 | 〃 | 280 |
| Curemona | 〃 | 〃 | 〃 | 167 |

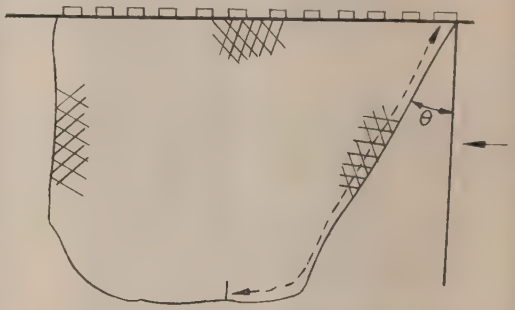



**Fig. 2.** The deformation of the net was indicated by the inclination angle $\theta$ of the webbing at the front edge for current. The dotted line shows the location where the weighted rib lines are sewed.

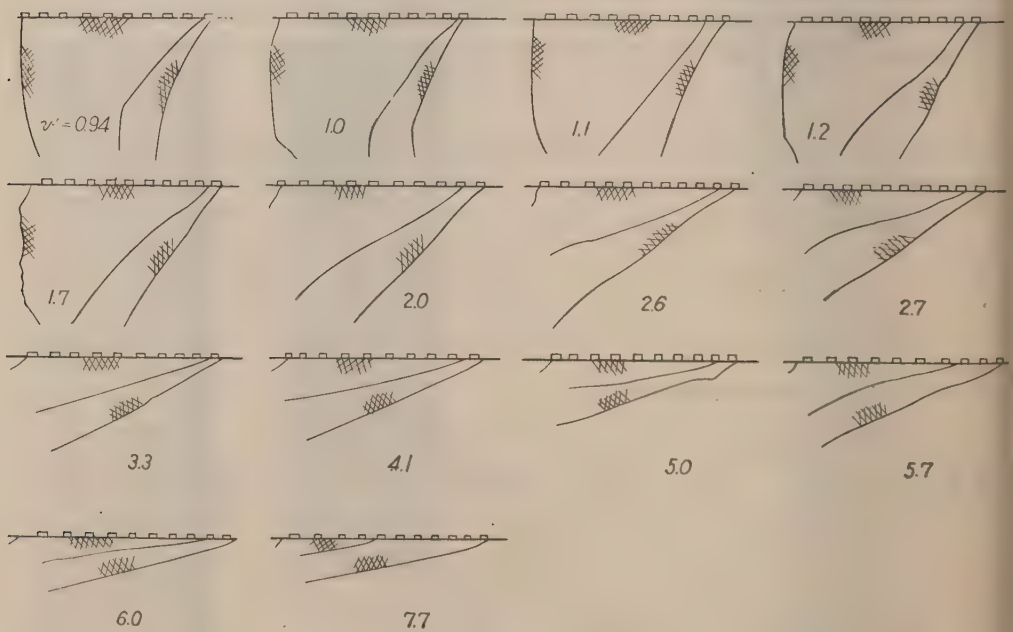



**Fig. 3.** Deformation of the net.
Arabian figures indicate the current velocity in cm/sec.

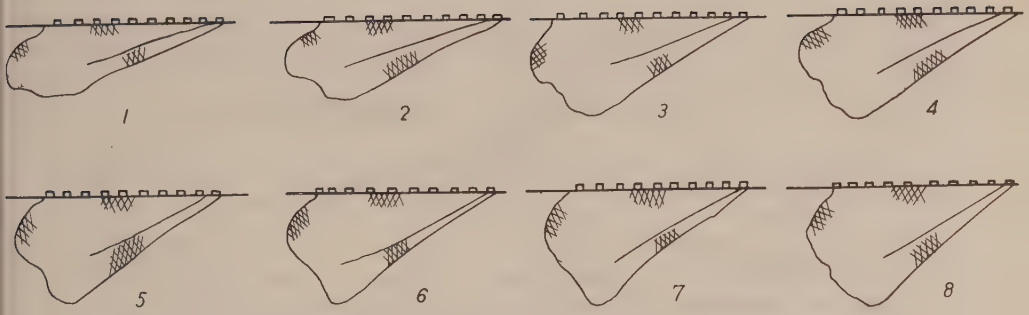



**Fig. 4.** Recovery in deformation by the addition of weighted rib lines. Arabian figures indicate the counts of the rib lines.

## 結果と考察

1) 模型網の吹かれとその際の流速 $V'$ との関係は Fig. 5 に示すとおりである。すなわち，$V'$ がほぼ模型で 1cm/sec. から 8cm/sec. まで変化する間に $\theta$ は 26° から 75° まで変化し，$V'$ が 1cm 増す毎に $\theta$ は約 7° 宛増加している。これを実物網について見ると Fig. 6 の如くで，実物流速 $V''$ の小さいときは同じ吹かれ角 $\theta$ を呈する流速 $V''$ の網地による差は小さいが，$V''$ が大きくなるにしたがつて材料の相違によつて吹かれの割合が異るので，同じ $\theta$ を呈する。すなわち，$\theta$ が 25° のときサラン網の $V''$ は 4.2cm/sec., クレモナ網は 2.5cm/sec. であるが，$\theta$ が 75° になると $V''$ はそれぞれ 34.6cm/sec., 20.1 cm/sec. と大きく開いてくる。

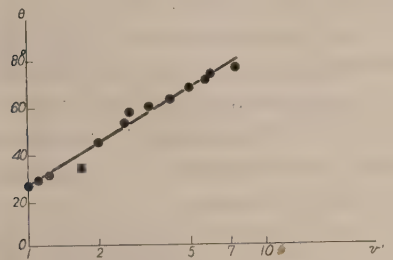



**Fig. 5.** Relation between the current velocity $V'$ and the inclination angle $\theta$

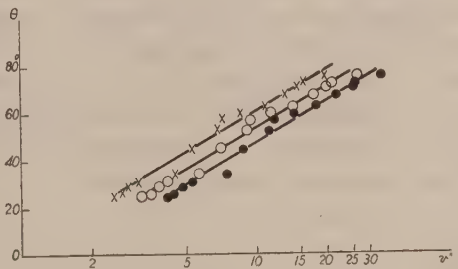



**Fig. 6.** Relation between the current velocity $V''$ and the inclination angle $\theta$
● Saran, ○ Cotton, × Curemona.

2) $V'$ をほぼ一定 ($V_1$* = 5～5.4cm/sec.) にしそのときの網地の吹かれ $\theta_0$* を 71° としておいて，これに筋綱沈子を $n$ 本添加した場合，網の吹かれの角度 $\theta_{W'}$ と沈子重量 $W'$ との関係を示すと Fig. 7 の如くで，經地の沈子を添加し始めた頃すなわち $W'$ の小さい時は $\theta_{W'}$ は急激に小さくなり，網成は急によくなるが，$\theta_{W'}$ が小さくなると加える $W'$ の量が大きいにも拘らず $\theta$ の減少率は小さくなつている。換言すれば吹かれの大きいときは筋綱沈子の効果も大きいが，網成がよくなるに従つて筋綱の効果は次第に減ずる。これを種々の実物網について見ると Fig. 8 の如くで，$\theta$=71° となるような一定の実物網流速 $V''$* のもとでは $\theta_{W'}$ が大なる時網地の材料によつて，同一の $\theta_0$*$-\theta_{W'}$ を得るために添加すべき $W''$ の相違は少いが，$\theta_{W'}$ が小となるにつれて材料の違いによる $W''$ の相違は急に著しくなつている。例えば $\theta_{W'}$ を 69° にするためにはサラン網では $W''$ は約 300kg，クレモナでは約 50kg が必要であるが $\theta_{W'}$ が 52° にするためには $W''$ はサラン網では約 3,700kg，クレモナでは約 1,300kg である。更に同じ $W''$ のもとでは

* Saran $V''$ = 23.4cm/sec., Cotton $V''$ = 18.7cm/sec., Curemona $V''$ = 14.0 cm/sec.

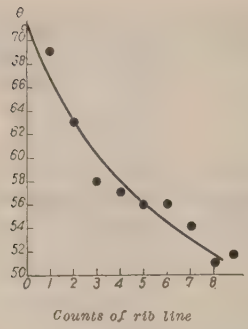



**Fig. 7.** Showing the recovery of the inclination angle $\theta$ by increasing the rib line, when the current velocity was maintained at a constant magnitude ($V'$=5.0~5.4 cm/sec.).

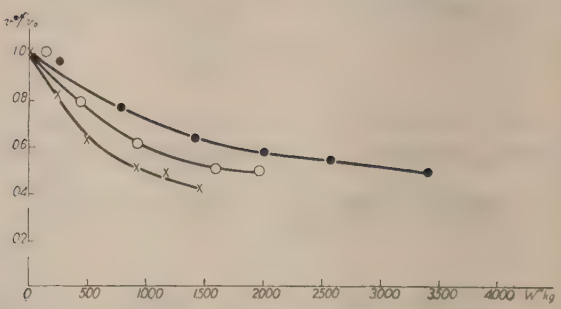



**Fig. 8.** Relation of the inclination angle $\theta$ to the weight of rib line in a constant current velocity (Saran $V''=23.4$ cm/sec., Cotton $V''=18.7$ cm/sec., Kuremona $V''=14.0$ cm/sec.)
● Saran, ○ Cotton, × Curemona.

$\theta$ が小さくなるにしたがつて材料の違いによる網地の吹かれの減少率が異つてきている。$W''$ が 400 kg 附近ではサラン網とクレモナ網との $\theta_W''$ の差は約 7° であるが，1,500 kg 附近ではおよそ 9° となる。すなわち同一の $\theta$ となるような $V''$ は網地の比重によつて異り，比重の大なるものは小なるものよりも大きくなる。したがつて網地の比重が大きくなるほど網成をよくするために用いる $W''$ は大きくしなければならない。

3) Fig. 6, Fig. 8 を合成し網地に沈子を付したときの沈子の重量 $W''$ と仮に沈子をつけないとして，これと同じ吹かれ $\theta_0$ を生ずるような流速 $V^*$ との関係をかしたのが Fig. 9 である。図は $V^*$ に対する実際の流速 $V''$ の比と $W''$ との関係をかす。いずれの材料でも沈子を添加し始めた頃は $V^*/V_0''$ の比は急に小さくなるが，$W''$ が大きくなるにしたがつて漸次この傾向は緩かになつてきている。特に比重の小さいクレモナの場合にこの状態が急激に現われ，比重の大きいサランの場合は比較的に緩慢である。すなわち $W''$ が 800 kg の場合，クレモナの比はほぼ 0.53 であり，サランでは 0.77 であるが，$W''$ が 1,500 kg になつてもその比はクレモナでおよそ 0.42，サランで 0.63 であり，両者の開きは緩慢ではあるが接近しつつあるのがわかる。

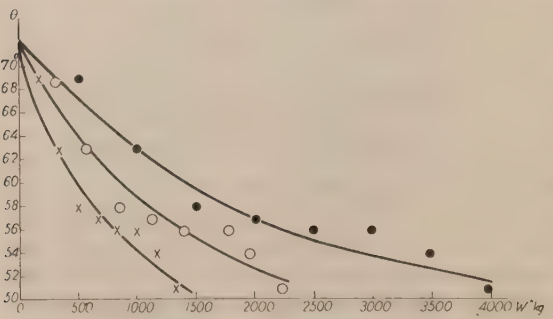



**Fig. 9.** Relation between the rate ($V^*/V''$) of reduction of the velocity to recover a given deformation of the net and the weight $W''$ of the rib line to recover the same deformation.

4) 以上の結果と考察から例えばある漁場における落網の網成変形の限界が $\theta=45°$ 附近であるとすれば，沈子を用いない場合その前後における流速 $V''$ と吹かれの角度 $\theta$ との関係は Table 3 のようになる。

**Table 3.** Details of current velocity $V''$ and angle $\theta$.

| Material | Angle θ | 35° | 40° | 45° | 50° | 55° |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Saran | $V''$ | 7 | 8 | 9 | 11 | 13 |
| Cotton | 〃 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| Curemona | 〃 | 4 | 4.5 | 6 | 7 | 8 |

**謝　　辞**

本実験に際して東都大学教授川上太左衛博士には終始御指導と校論文の御校閲を賜つた。更に同大学講師高勇之助，三橋重，鈴木乙彦の諸氏には実験に際して御助力をいただいた，厚く感謝の意を表する次第である。

# 魚肉の緩衝能に関する研究—I.
## 既往の緩衝能測定法による魚肉鮮度の判定

須山三千三・徳広 真*
(東京水産大学)

# Studies on the Buffering Capacity of Fish Muscle—I.
## The Buffering Capacity as a Measure of Freshness

Michizo Suyama and Tadashi Tokuhiro

The buffering capacities of fish muscle and muscle extractives were studied to test its value as a criterion of the degree of freshness of fish muscle. Although, judgement of freshness by buffe ing capacities was not proved to be accurate enough, measuring of so-called B-value proposed by Stansby et al[1] was found to be promising.

As a rule, the muscle of elasmobranch shows a higher degree in the capacity than muscle of common fish. It may be ascribed to the abundance of trimethylamine oxide contained in the muscle of elasmobranch.

魚肉の緩衝能の大いさを測定して鮮度を判定しようとする試みが 1933 年に Stansby 等[1]によつて行われている。すなわち同氏等は魚肉の pH を 6.0 にするに要した 0.0165 N-HCl の量 (cc.) を B 価とし，これより更に pH 4.3 まで低下させるに要した同酸の量を A 価とした場合，A 価は魚肉蛋白の分解 (primary change) を，又 B 価は蛋白の分解によつて生じたペプチッドやアミノ酸等が更に分解してアンモニアやアミン類等になる変化 (secondary change) を示す指針となり，これらの価を魚肉の鮮度判定に利用することが出来ると述べている。その後 Nickerson 等[2]は，魚肉緩衝能の変化は主として自己消化作用によることを見，Cutting[3] は緩衝能の減少がトリメチルアミンオキサイドの分解と平行することを推察し，その他 Collins 等[4] はタラ肉除蛋白液について，中井[5] は鯨肉について，Hacker[6] は鮭鱒等二三の魚肉について夫々鮮度判定の目的で酸又はアルカリによる滴定曲線を求めている。然し一方に於て Cutting[7] のように緩衝能の変動は極めて大きく，これと鮮度低下とを結びつけることはやや難があると報じている向もある。

緩衝能の測定を以て鮮度を判定しようとすることは以上のように未だ十分に検討すべき余地が残されている問題であるように思われる。又これとは別に，食肉加工上に於て屢々原料肉を酸やアルカリで前処理することがあるが，この際に於ける酸又はアルカリ使用量と肉質の pH の変化等も又研究さるべき問題であると考えられる。著者等はこのような見地から数種の水産動物筋肉の緩衝能を測定することを企図したが，先ず Stansby 等[1]の規定した A, B 両価と，Collins 等[4] の規定した価（ここでは仮りに C 価と呼称することにした）が，鮮度低下に応じてどのように変化するかを測定した。その結果，これらの中 B 価は鮮度判定の一指針となし得ることを知つたが，たまたま試料の一つに用いた板鰓類筋肉に於ては一般硬骨魚肉とかなり異つた価をとるものであることを見た。以下その概略を報告する。

## 実　　験

**試料魚**　本実験に用いた魚は次の通りである。

ホッケ: *Pleurogrammus azonus* J. & M.

1958 年 2 月 8 日受理

* 現在東京工業大学大学院

マ サ バ: *Scomber japonicus* H.

ヨシキリザメ: *Prionace glauca* (L.)

ホシザメ: *Mustelus manazo* B.

**緩衝能測定法**　筋肉5gを秤取し海砂を加えてよくすりつぶし，蒸溜水100ccを以てビーカーに洗い込み魚肉懸濁液を調製する。この液についてベックマンpHメーター（G型）を用いて順次下記の測定を行う。

pH 測定: 常法通り

B 価: 魚肉懸濁液の pH を 6.00 にするに要する 0.0165 N-HCl の cc 数

A 価: pH 6.00 より pH 4.30 にするに要する同酸の cc 数

C 価: pH 4.30 に調製した魚肉懸濁液を STEINER 等[8] の除蛋白法（17% 硫酸鉄液 5cc と炭酸バリウム 7g を加え激しく振盪して炭酸ガスを出来るだけ追出し沈澱を沪別する）によつて蛋白質を除き，沪液一定量を 0.033 N-HCl で pH 3.40 にし，後これを 6.00 にするに要する 0.033 N-$Ba(OH)_2$ の cc 数（$Ba(OH)_2$ 液は空気中の炭酸ガスと接触することを防いで貯蔵し，かつ注加する）。

**その他の測定**　魚肉の鮮度の概略を知る一手段として下記の測定を併せて実施した。

非蛋白態窒素: 三塩素醋酸による除蛋白液（三塩素醋酸の最終濃度 4%）について全窒素を測定する。

揮発性塩基窒素: 減圧蒸溜法による。

尿素態窒素: キサントヒドロール法による。

トリメチルアミン態窒素: DYER 法による。

トリメチルアミンオキサイド態窒素: DYER 法による。

## 結果並びに考察

ホッケ等四種の魚の筋肉を 20 ± 0.2°C の恒温器中に放置し，魚肉 pH，緩衝能並びに二，三の非蛋白態窒素成分の変化を測定した結果を第1図より第9図までに示した。なおこの実験中，ホッケ及びマサバは1日

**Figs. 1～9.** Changes in pH value, buffering capacity, and the amounts of some nitrogenous compounds of extractives of fish flesh under deterioration at 20°C.

—×—×—×— ホ ッ ケ *Pleurogrammus azonus* J. & M.
—△—△—△— マ サ バ *Scomber japonicus* H.
—○—○—○— ヨシキリザメ *Prionace glauca* (L.)
—●—●—●— ホ シ ザ メ *Mustelus manazo* B.

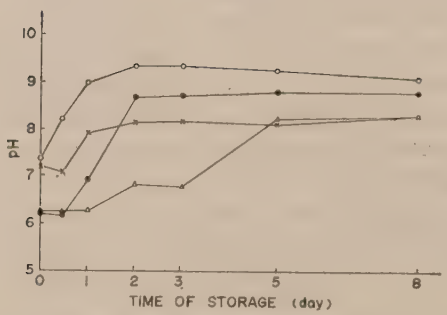



**Fig. 1.** Change in pH value.

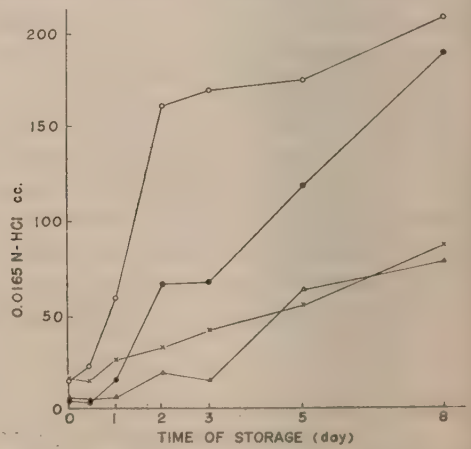



**Fig. 2.** Change in B-value, *i. e.*, the volume cc. of 0.0165 N-HCl required for shifting muscle-pH to 6.00.

後に異臭が認められ，2日後には腐敗臭が認められたのに対し，ヨシキリザメ及びホシザメでは同時期に強いアンモニア臭が感知されるのみであつて，腐敗臭は5日後に感じられた。

これらの図を通覧する時，次のようにいうことが出来よう。先ず魚肉の pH 価は鮮度低下に伴つてアルカリ側に移行し，板鰓類のヨシキリザメとホシザメでは pH が速やかに9或いはそれ以上に及ぶが，硬骨魚のホッケとマサバでは8を大きく越えることはない（第1図）。この pH の変化に応じて pH を 6.00 に引きもどすに要する酸の量（B 価）も変化するが（第2図），これを 4.30 まで更に低下させるに要する酸の量

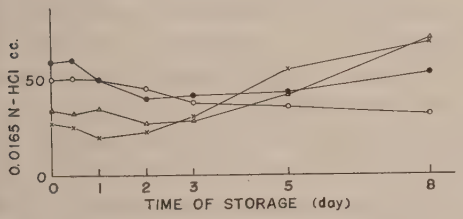



**Fig. 3.** Change in A-value, *i. e.*, the volume cc. of 0.0165 N-HCl required for shifting pH from 6.00 to 4.30.

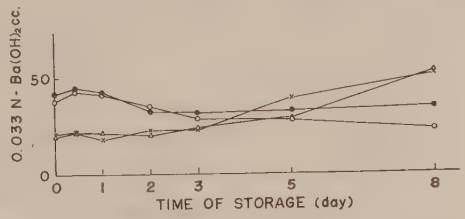



**Fig. 4.** Change in C-value, *i. e.*, the volume cc. of 0.033 N-$Ba(OH)_2$ required for shifting pH of the extracts from 3.40 to 6.00.

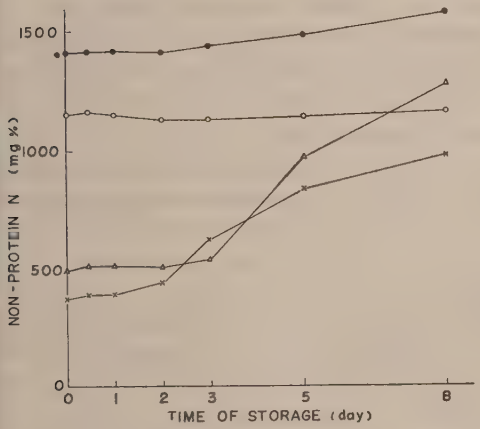



**Fig. 5.** Change in the non-protein nitrogen content.

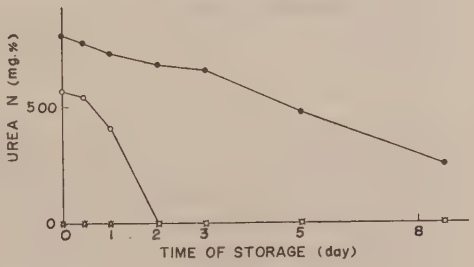



**Fig. 6** Change in the urea content.

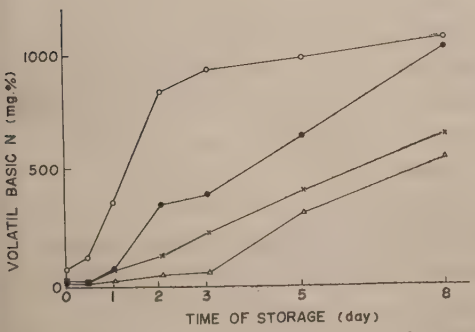



**Fig. 7.** Change in the volatile basic nitrogen content.

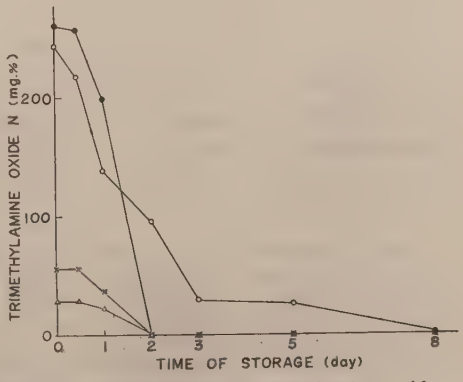



**Fig. 8.** Change in the trimethylamine oxide content.

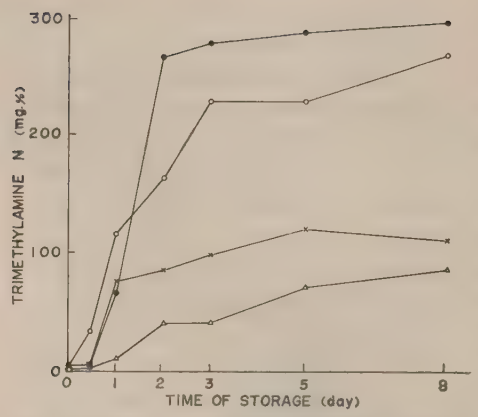



Fig. 9. Change in the trimethylamine content.

(A価) は前記の傾向とは一見無関係に，はじめ徐々に減少し後徐々に増加している(第3図)。除蛋白液についての緩衝能 (C価) はホッケとマサバはよく類似し，又ヨシキリザメとホシザメもよく似ている(第4図)。

一方非蛋白態窒素量はホッケ及びマサバでは鮮度低下に伴つてかなり急激に増加するが，ヨシキリザメ及びホシザメでは実験期間中殆んど変化していない(第5図)。この非蛋白態窒素の一部を占める尿素窒素，揮発性塩基窒素，トリメチルアミンオキサイド態窒素並びにトリメチルアミン態窒素は激しく変動していることが明らかである(第6, 7, 8, 9図)。然して板鰓類と硬骨魚類との間に新鮮時に於ける非蛋白態窒素量に著しい差があるのは，主として尿素並びにトリメチルアミンオキサイド量の差に基因するものであろう。

総じてヨシキリザメ及びホシザメの緩衝能はホッケ及びマサバの緩衝能と比較してはじめの強さに於ても変化の様相に於ても異つていることが明らかである。B価の測定は一種の中和滴定で第2図及び第7図の曲線は比較的よく似ており，STANSBY 等[1] がこれをアンモニアやアミン類の量を示すものと考えたのもうなずけるところであつて，アンモニアやトリメチルアミンを生成し易いサメ類が高い B 価をもつことは当然であろうが，A 価にしろ C 価にしろ同一 pH 領域で測定した緩衝能が同類に於て特に勝つているのは興味深い。この高緩衝能成分が変質又は分解しやすいことは第3及び4図の初期に於ける曲線の下降からも予想されるが，トリメチルアミンオキサイドがその因をなすものと思われる。このことについては次報で検討する予定である。

STANSBY 等[1] は primary change によつて A 価が減少することを述べているが，著者等の研究でも貯蔵初期の頃にその傾向があるのが認められた。然し A 価は後に増大してゆくようであり，且つ全体の変動が比較的緩慢であるため，この測定によつて魚肉の鮮度を判定することはなかなか困難であると思われる。唯 A 価がこのように減少後増加の傾向をとるのに対して非蛋白態窒素量はしばらくの誘導期の後に増加する点を思い合わせると，STANSBY 等のいう primary change は A 価の増加部に示されていると思われ，減少部は蛋白の分解によるよりもむしろエキス中のトリメチルアミンオキサイド等の分解によるものと考えた方が妥当であろう。B 価の測定は簡単でアミン類やアンモニアの量を示すようであるから，これは鮮度判定の一助にすることが出来よう。

## 摘　　要

既往の魚肉緩衝能測定方法を用い，数種の魚肉について鮮度低下に伴う緩衝能の変化を研究した。その結果緩衝能の測定によつて鮮度を判定することは B 価の場合を除いてはあまり期待し得ないように思われた。一般に板鰓類筋肉は硬骨魚類筋肉に比較して高い緩衝能をもつことがわかつたが，その原因の一つは板鰓類筋肉に多量に分布しているトリメチルアミンオキサイドによるものと推定した。

## 文　　献

1) M. E. STANSBY and J. M. LEMON: Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **5**, 208 (1933).
2) J. T. R. NICKERSON and B. E. PROCTER: J. Bact., **30**, 383 (1935).
3) C. L. CUTTING: Gr. Brit. Dept. Sci. Ind. Res. Report, Food Invest. Bd., **1937**, 78 (1938).
4) V. K. COLLINS, C. C. KUCHELL and S. A. BEATTY: J. Fish. Res. Bd. Can., **5**, 203 (1941).
5) 中井　正: 薬学雑誌 **69**, 171 (1949).
6) R. HACKER: Z. Lebensm.-Untersuch. u.-Forsch., **90**, 361 (1950).
7) C. L. CUTTING: J. Sci. Food Agr., **4**, 597 (1953).
8) A. STEINER, F. URBAN and E. S. WEST: J. Biol. Chem., **98**, 289 (1932).

# 魚肉の緩衝能に関する研究—II.
## 緩衝能に及ぼすトリメチルアミンオキサイド及び尿素の影響

須山三千三
(東京水産大学)

# Studies on the Buffering Capacity of Fish Muscle—II.
## Effects of Trimethylamine Oxide and Urea on the Buffering Capacity

Michizo SUYAMA

The effects of trimethylamine oxide and urea contained in fish flesh on the buffering capacity were examined. The results obtained were as follows:

1) Addition of trimethylamine oxide to muscle extractives increased the buffering capacity on acid side below pH 6.25. The increase was in proportion to the amount of trimethylamine oxide.

2) Urea increased the capacity of muscle extractives on acid side slightly below pH 4.0, whereas decreased on alkali side.

3) The buffering capacity of the muscle of elasmobranch was discussed being based on a large amount of trimethylamine oxide and urea in them.

著者等は前報[1]に於て，既往の緩衝能測定方法を用い数種の魚肉を試料として，鮮度低下に伴う魚肉緩衝能の変化を測定した結果を報告したが，その際，トリメチルアミンオキサイド（以下 TMAO と略称する）の減少と STANSBY 等[2]による A 価及び COLLINS 等[3]による C 価の減少との間に関連性があると思われることを指摘した。緩衝能の減少が TMAO の分解と平行することについては CUTTING[4] も推察しているところであるが，然し緩衝 pH 範囲，緩衝能力等に関しては全く言及されておらず，未だ詳細の検討されるべき問題が多分に残されている。

魚肉が腐敗する時 pH がアルカリ側に移行するのが見られるが，これは細菌の各種酵素の作用によるアンモニアやアミン類の生成に由来するものであると考えられている。唯多くの場合，硬骨魚肉の pH は徐々に上昇して 8 前後に留まり，板鰓類筋肉の pH は急速に上昇して 9 或いはそれ以上に及ぶことが経験され，前報[1]においてもその一例が与えられている。板鰓類筋肉は特に多量の尿素及び TMAO を含み，腐敗中にこれらがアンモニアやトリメチルアミンに変るために pH が急騰しやすいと考えられるが，然し未だ TMAO が十分に残存している時期にすでに pH の急騰が見られることからいつて，TMAO は緩衝作用を有するとはいつてもアルカリ側に於てはその能力は極めて微弱であろうと予想されるわけである。

これらの点を明らかにするため著者等は魚肉から蛋白質を除いた抽出液を作り，これの緩衝能に対する TMAO の影響について研究を行つたが，TMAO 量と緩衝能の間には平行的関係があること，並びに TMAO のもつ緩衝範囲は pH 6.25 より酸性側にあること等を明らかにすることが出来た。尚尿素のもつ緩衝能については今日まで何等の研究も行われていないので併せて研究を行つたが，これらの結果を報告する。

1958 年 2 月 8 日受理

## 実　　験

**筋肉抽出液**　新鮮なるキハダマグロ *Neothunnus albacora* (L.) 及びツノザメ *Squalus mitsukurii* J. & F. の筋肉をそれぞれ 20g とり STEINER 等[5] の方法によつて除蛋白して得た透明な抽出液それぞれ 600cc 及び 420cc を試料とした。

**トリメチルアミンオキサイド (TMAO)**　市販トリメチルアミンより合成した。

**尿　素**　市販品を再結して使用した。

**実験法**　筋肉抽出液一定量をとり，0.033 N-HCl で pH を 3 前後に調製した後 0.033 N-$Ba(OH)_2$ を 5cc 宛加えて pH の変化を測定した。一方同じ抽出液に TMAO または尿素を添加し，HCl を以て 3 前後の同じ pH に調製した後 $Ba(OH)_2$ を 5cc 宛添加して pH の変化を測定し，両者の差より添加せる TMAO 等の効果を算出した。但し TMAO 量と緩衝能との関係を見る目的に於ては魚肉抽出液に各種濃度の TMAO を加え，pH 6.00 より 3.00 に下げるに要する 0.033 N-HCl の量と TMAO 量とを比較検討した。

## 結果並びに考察

**1. TMAO の緩衝 pH 範囲**　キハダマグロ筋肉抽出液 200cc に TMAO $(CH_3)_3NO \cdot 2H_2O$ 0.2g を加えた液の 0.033 N-$Ba(OH)_2$ による滴定曲線（緩衝曲線）を，TMAO 無添加液のそれと比較した結果は第 1 図の通りである。これによれば TMAO 添加液では対照液にくらべて $Ba(OH)_2$ 添加による pH 上昇が極めて緩慢であることが明らかである。然し pH 6 附近を経過する頃には両曲線はほぼ平行に進んでいることがわかる。この第 1 図より，各 pH に於ける両曲線間の $Ba(OH)_2$ 添加量の差を求め，これを pH と対比して図に示せば第 2 図の通りになる。すなわちこの実験によれば pH 約 4 附近を境界としてその前後の緩衝能には多少の差があることが窺えるが，然しキハダマグロ筋肉エキス中に於ける TMAO は酸性領域に於てほぼ平均した強い緩衝能をもち，又 6.25 を限界としてそれより高い pH に於ては何等の緩衝能も持たないものであることが判る。

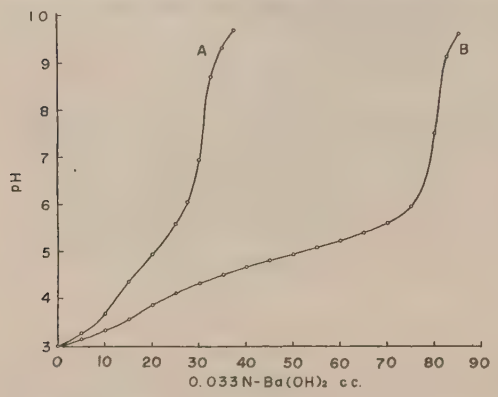



**Fig. 1.** Effect of addition of trimethylamine oxide on the buffering capacity of muscle extract of *Neothunnus albacora* (L.)
A: Titration curve for a control sample.
B: Titration curve of the sample containing trimethylamine oxide.

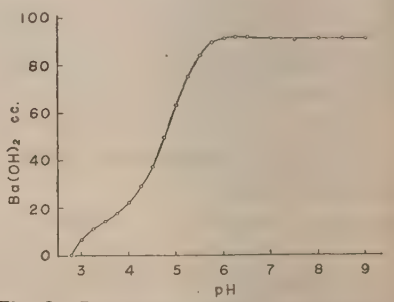



**Fig. 2.** Difference between the consumptions of $Ba(OH)_2$ solution calculated at various pH's from the two curves in Fig. 1.

この傾向はツノザメ筋肉抽出液について行つた場合も同様である。今ツノザメ筋肉抽出液 80cc に TMAO 結晶 0.12g を添加した液の 0.033 N-$Ba(OH)_2$ による滴定曲線と，TMAO 無添加液の滴定曲線とを比較すれば第 3 図の通りであり，両曲線間の $Ba(OH)_2$ 添加量の差と pH との関係は第 4 図の通りである。この両図に於ても，TMAO の緩衝能は pH 6.25 より酸性側に於て強く示されるが，それより高い pH に於ては全く緩衝能をもたないことが判る。

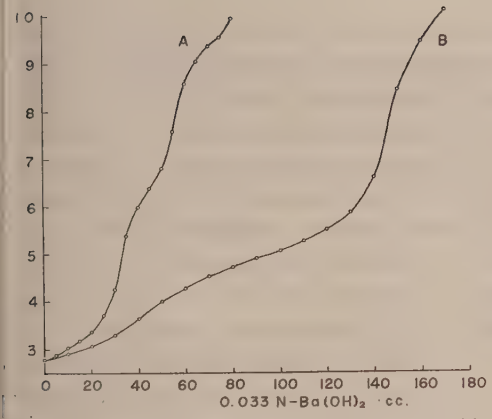



**Fig. 3.** Effect of addition of trimethplamine oxide on the buffering capacity of the muscle extract of *Squalus mitsukurii* J. & F.
A: Titration curve for a control sample.
B: Titration curve of the sample containing trimethylamine oxide.

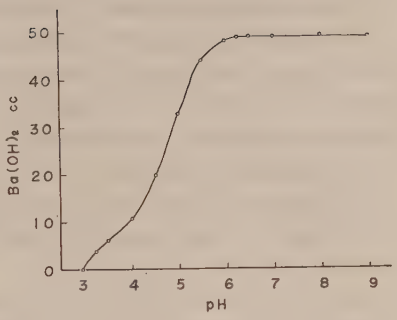



**Fig. 4.** Difference between the consumptions of $Ba(OH)_2$ solution calculated at various pH's from the two curves in Fig. 3.

## 2. TMAO 量と緩衝能

筋肉抽出液中にある TMAO は pH 6.25 より酸性側に於て強い緩衝能を示すことは以上の実験によつて明らかであるが，次いで TMAO 量と緩衝能との関係について実験を試みた。それにはキハダマグロ筋肉抽出液 40cc (TMAO-N 0.087mg) に TMAO 水溶液 (1cc = 1.90mg TMAO-N) を 2～20cc 加え，それぞれ pH を 6.00 に合せた後，これに 0.033 N-HCl を注加して pH を 3.00 に下げるに要した HCl 液の量を求めた。TMAO 濃度と HCl 量との関係は第5図に示す通りである。これによれば本実験範囲内に於て TMAO 濃度と緩衝能とは全く直線的関係にあることが明らかである。

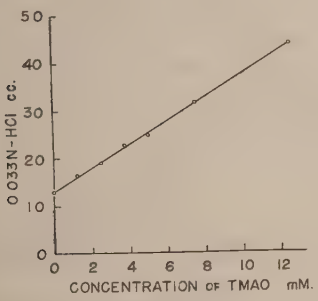



**Fig. 5.** Relation between the buffering capacity and the concentration of trimethylamine oxide added to the muscle extract of *Neothunnus albacora* (L.).

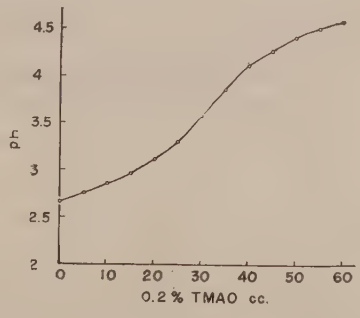



**Fig. 6.** Change in pH value of muscle extract (previously adjusted to pH 2.67) by the addition of different amounts of trimethylamine oxide.

TMAO が酸性側に於て強い緩衝能をもち，且その能力が TMAO 量に比例することは以上の実験の他に酸性側にある筋肉抽出液にそれぞれ異る量の TMAO を添加してゆき，pH の変動を測定しても判る筈である。今ツノザメ筋肉抽出液 80cc (TMAO－N＝5.71mg) をとり，0.033 N-HCl を以て pH を 2.67 に調製した後これに 0.2% TMAO 液 (1cc = 0.268mg TMAO-N) を 5cc 宛添加してゆき pH の変動を測定したところ第6図に示す結果が得られた。第6図は酸性筋肉抽出液に TMAO を加えると，TMAO は抽

溶液の pH を中性方向に引きもどし，然もその効果は TMAO 量が多くなる程強力であることを示すものであつて，第5図に於けると同様，TMAO 量が増加すると緩衝能は著しく増加することを物語つている。

**3. 緩衝能に及ぼす尿素の影響**　一般の魚類筋肉中には尿素はほんど含まれていないか，含まれていてもごく僅かな量に過ぎないが[6]，板鰓類筋肉中には特異的に多量の尿素が含まれている[7]。この尿素が筋肉中に於て緩衝能に如何に影響しているかを知ることは，板鰓類筋肉の緩衝能を論ずるに当つて見逃すことが出来ない。今，キサントヒドロール試験によつて尿素を全く含まないことを知つたキハダマグロ筋肉抽出液 200cc（筋肉 4.25g のエキスに相当）に対して 0.1g の尿素（新鮮なる板鰓類筋肉の尿素濃度に近似）を加えた液の緩衝曲線と，尿素を加えない液の緩衝曲線とを図示すれば第7図の通りであり，それぞれの pH に於ける両曲線間の $Ba(OH)_2$ 量の差と pH との関係を示せば第8図のようになる。すなわち，緩衝能の点からいつて尿素には二通りの作用があり，pH 4 を境界としてそれより酸性側に於ては緩衝能を高め，アルカリ性側に於ては逆に緩衝能を低くくしていることが判る。但し pH 4 より酸性側に於ける補強効果はそれよりアルカリ側に於ける減衰効果を補充し全般的には pH 約 5.8 までは正の効果を示していることが第8図によつて知ることが出来る。

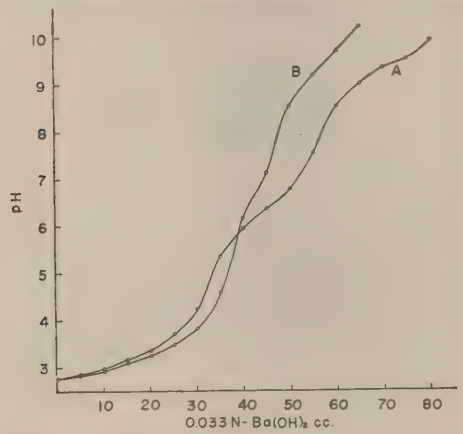



**Fig. 7.** Effect of addition of urea on the buffering capacity of muscle extract of *Neothunnus albacora* (L.).
A: Titration curve for a control sample.
B: Titration curve of the sample containing urea.

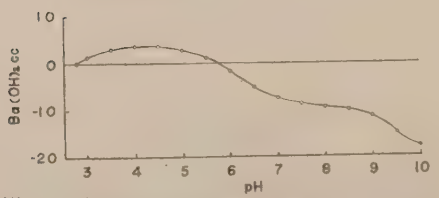



**Fig. 8.** Difference between the consumptions of $Ba(OH)_2$ solution calculated at various pH's from the two curves in Fig. 7.

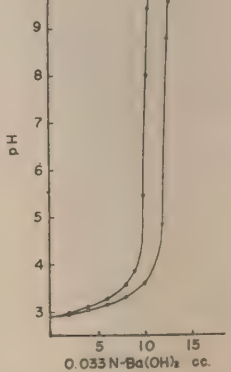



**Fig. 9.** Effect of urea on the buffering capacity of pure water.
A: Titration curve for pure water (200cc.).
B: Titration curve for M/30 urea solution (200cc.).

筋肉エキス中に於ける尿素がこのように二通りの効果を示すことは注目すべき点であると考えられる。尿素はその特異な構造から，酸側に於ては酸 $^+H_3N\text{-}CO\text{-}NH_3^+$ として働くために酸性領域に於て緩衝作用をつことが予想されるが，逆にアルカリ側に於て塩基として働く可能性は考え難い。今純水中に於ける尿素挙動を知るためにモノベッド式イオン交換樹脂塔を通して得た水 200cc と，同量の水に 0.4g の尿素（記実験に用いた量の4倍に相当する）を溶解したものについて緩衝曲線を画くと第9図のようになる。これに於て，単なる水の中に於ては，尿素は酸側（pH 4.5 以下）に於ける緩衝能増強効果を示すのみであつて

pH 4.5 より高い pH 領域に於ては全く正又は負の効果をもたないことが明らかである。唯，アルカリ性筋肉エキス中に尿素が共存した時，エキス中の緩衝能を有する物質の特定の基を尿素分子が封鎖して非緩衝性物質に変えるようなことがあれば第7図の説明もつくが，この点は全く推察に過ぎない。

以上の実験結果を綜合すると板鰓類筋肉は一般魚類筋肉とやや異つた内容の緩衝能をもつものと考えられる。前者のエキス中のアミノ酸量は後者のそれにくらべてやや少い反面，TMAO 及び尿素はかなり多いから，板鰓類筋肉では TMAO 及び尿素が緩衝能を大きく支配して酸性側に於て強い緩衝能を，アルカリ性側に於て弱い緩衝能を与えるのであろう。これについては多くの魚肉を試料として緩衝能曲線を求めて明らかにしたいと考えている。

## 摘　　要

魚肉エキスの緩衝能に及ぼすトリメチルアミンオキサイド及び尿素の影響について検討し，次の結果を得た。

（1） トリメチルアミンオキサイドは pH 6.25 より酸性側に於て強い緩衝能を与え，その影響はトリメチルアミンオキサイド量に比例して著しい。

（2） 尿素は pH 4 附近より酸性側に於てエキスのもつ緩衝能を強め，それよりアルカリ側に於ては逆に緩衝能を弱める。

（3） 一般魚類筋肉にくらべてエキス中のアミノ酸量が少く，トリメチルアミンオキサイド及び尿素量が多い板鰓類筋肉の緩衝能について考察を加えた。

本研究を行うに当り御討議をいただいた本学助教授平野　弘先生，同野中順三九先生に感謝する。又実験の一部を担当された徳広真氏に併せて感謝する。

## 文　　献

1) 須山三千三，徳広　真：本誌，**24**，267 (1958)．
2) M. E. Stansby and J. M. Lemon: Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **5**, 208 (1933).
3) V. K. Collins, C. C. Kuchell and S. A. Beatty: J. Fish. Res. Bd. Can., **5**, 203 (1941).
4) C. L. Cutting: Gr. Brit. Dept. Sci. Ind. Res. Report, Food Invest. Bd., **1937**, 78 (1938).
5) A. Steiner, F. Urban and E. S. West: J. Biol. Chem., **98**, 289 (1932).
6) 野口栄三郎：本誌，**1**，121 (1932)．
7) 須山三千三，徳広　真：本誌，**19**，935，1003，(1954)．

# 魚肉の緩衝能に関する研究—III.

## 緩衝能に及ぼすトリメチルアミン，アンモニアの影響並びに板鰓類筋肉の鮮度低下に伴う緩衝能の変化

須山三千三
(東京水産大学)

## Studies on the Buffering Capacity of the Fish Muscle—III. Effects of Trimethylamine and Ammonia on the Buffering Capacity of Fish Muscle and the Change in the Capacity during Degradation.

Michizo SUYAMA

The effects of trimethylamine and ammonia on the buffering capacity of fish muscle and the change in the capacity during degradation were studied. The results obtained were as follows:

1) Trimethylamine and ammonia increased the buffering capacity on alkali side above pH 8 and 6 respectively. The latter was, although the effect was slight at lower pH range, the higher the pH the more effective on alkali side above pH 8.

2) Muscles of elasmobranch decreased in the buffering capacity at an early stage of putrefaction, but increased at a later stage. The decrease may have been caused by reduction of trimethylamine oxide, while the increase, on the other hand, may indicate the formation of trimethylamine and ammonia.

3) Non-protein matters seem to provide with a greater part of the capacity. With the muscle of ray-fish, *Dasiatis akajei*, the capacity due to protein was very small as compared with shark protein.

前報[1,2]においてトリメチルアミンオキサイドは pH 6.25 より酸性側において強い緩衝能を与え，その影響はトリメチルアミンオキサイド量に比例して著しいこと，尿素は pH 4 附近より酸性側においてやや緩衝能を強めるが，それよりアルカリ側においては逆に緩衝能を弱めること等について報告したが，一般魚類筋肉に比較してエキス中のアミノ酸量が少なくトリメチルアミンオキサイド並びに尿素を多量に含んでいる板鰓類筋肉は特徴のある緩衝能をもつことが予想された。第1報においては板鰓類筋肉の A 価及び C 価が高かつた点もその一つのあらわれであると考えられる。

一方，これら成分の分解によつて生成したトリメチルアミン及びアンモニアは pH の上昇をうながすが，筋肉の解糖作用によつて生成した乳酸が酸性領域で緩衝能をもつ如く[3]，これら窒塩基の蓄積はアルカリ領域において緩衝曲線に影響を与えるのではないかと予想される。

そこでこれらの点を確かめるためにツノザメ筋肉エキスを用いてこれの緩衝能に及ぼすトリメチルアミン及びアンモニア添加の影響を調べ，また板鰓類筋肉そのエキスの緩衝能曲線が鮮度低下によつて変動する模様を主としてアルカリ側領域に主眼をおいて研究を行つたが，その結果板鰓類筋肉の特質である pH が上昇しやすいことを説明するに好都合な事実を見出すことが出来た。以下にその概略を報告する。

### 実　　験

**試　料**　前報[2]において使用したツノザメ *Squalus mitsukurii* J. & F. の筋肉エキス及び新たに入

1958 年 2 月 8 日受理

した新鮮なヨシキリザメ *Prionace glauca* (L.), ネヅミザメ *Lamna cornubica* (G.), ホシザメ *Mustelus manazo* B., アカエイ *Dasyatis akajei* (M. & H.), 及びマサバ *Scomber japonicus* H. の筋肉を試料とした。

**実験法**　緩衝能に及ぼすトリメチルアミン及びアンモニアの影響を見る目的においては，ツノザメ筋肉エキスに一定量のトリメチルアミン塩酸塩または塩化アンモンを添加し，0.033 N-HCl を以てそれぞれ pH 3.0 に調製した後 0.033 N-$Ba(OH)_2$ を 5cc 宛加えて pH の移動を測定し，これをトリメチルアミン塩酸塩または塩化アンモン無添加の pH の移動と比較する方法をとつた。

また鮮度低下の過程における緩衝能の変動を研究する目的においては，各筋肉を 20°C 前後の恒温器中に放置し，時々これより筋肉 5g をとつて海砂でよくすりつぶし，水 100cc に懸濁させた後 pH 3 または 5 より始めて 0.033 N-$Ba(OH)_2$ による滴定曲線を求め，その変化の模様を比較した。なおエキスの滴定曲線を画く場合は同量の筋肉より得た抽出液の半量を沪過して集め，これに $Ba(OH)_2$ 液を半量宛添加して測定した。

## 結果並びに考察

**1. エキスの緩衝能に及ぼすトリメチルアミン及びアンモニアの影響**　ツノザメ筋肉エキス 80cc の緩衝能曲線を求め，これをトリメチルアミン塩酸塩または塩化アンモン 0.2g を添加した同量のエキスの緩衝能曲線と比較した結果は第1図の通りである。

トリメチルアミン添加区では無添加区に比較して pH 8 までは殆んど同じ曲線を画いているが，添加区では pH 8 より次第に緩衝能を増加し両曲線の開きは著しくなつているのが見られる。またアンモニア添加区ではややトリメチルアミン添加区とちがつて pH 6 前後より徐々に曲線に差が生じているようである。しかしてトリメチルアミン添加区と同様にアルカリ側における緩衝能を増強する効果は大きいことが明らかである。

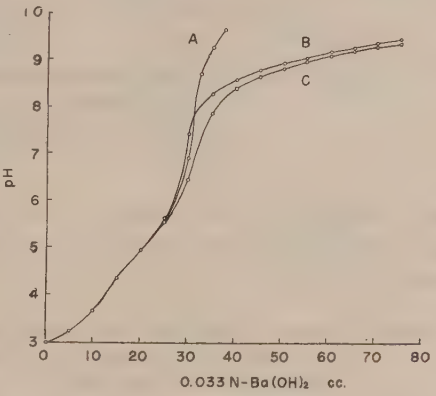



**Fig. 1.** Effect of addition of trimethylamine or ammonia on the buffering capacity of muscle extract of *Squalus mitsukurii* J. & F.
A: Titration curve for a control sample.
B: Titration curve of the sample containing trimethylamine.
C: Titration curve of the sample containing ammonia.

**2. 鮮度低下に伴う緩衝能曲線の変化**

イ) ヨシキリザメ筋肉について緩衝能曲線の変化は第1表及び第2図の通りである。曲線についていえば，1日恒温器中に放置したもの(B)は直ちに測定した新鮮なもの(A)にくらべて，酸性側において曲線が立ち上つており，アルカリ性側において曲線がねているのが見られる。立ち上り部分は6.5前後よりアルカリ側において平行しているところから，主としてトリメチルアミンオキサイドの分解によるものであることが想像され（前報[2]参照），更にアルカリ

ヨシキリザメ筋肉を 20°C に放置した時の二三の成分の変化及び緩衝

**Table 1.** Changes in pH value and some nitrogenous compounds of the muscle of *Prionace glauca* (see Fig. 2).

| Sample | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Time of storage (day) | 0 | 1 | 2 |
| pH | 6.52 | 8.81 | 8.87 |
| Total nitrogen (mg·%) | 3145 | | |
| Non-protein nitrogen (mg·%) | 1434 | 1440 | 1467 |
| Trimethylamine oxide nitrogen (mg·%) | 154.8 | 115.9 | 109.9 |
| Trimethylamine nitrogen (mg·%) | 0.7 | 39.6 | 49.4 |
| Volatile basic nitrogen (mg·%) | 39.1 | 39.7 | 52.5 |

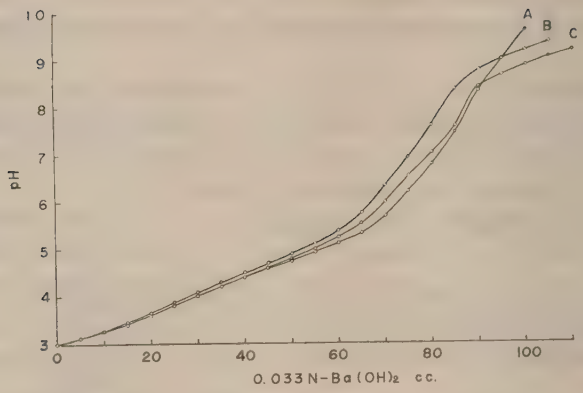



**Fig. 2.** Change in the buffering capacity curve for muscle of *Prionace glauca* (L.) during degradation at 20°C.
A: Curve for fresh sample.
B, C: Curves for degraded samples as shown in Table 1.

側において曲線がれているのは前実験よりアミン並びにアンモニアの生成に原因するものと思われる。恒温器中で2日経過した試料（C）ではBよりも全体に傾斜がゆるいのは多量のアンモニアの生成や筋肉蛋白質の分解によるものであろう。トリメチルアミンオキサイドの分解や，アンモニア，非蛋白態窒素量の増加は第1表に示されている。

**Table 2.** Changes in pH value, non-protein nitrogen and volatile basic nitrogen of the muscle of *Lamna cornubica* (see Fig. 3).

| Sample | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Time of storage (day) | 0 | 1 | 4 | 9 |
| pH | 7.07 | 7.44 | 8.79 | 8.75 |
| Non-protein nitrogen (mg·%) | 1319 | 1322 | 1306 | 1316 |
| Volatile basic nitrogen (mg·%) | 44.9 | 316.2 | 554.4 | 845.3 |

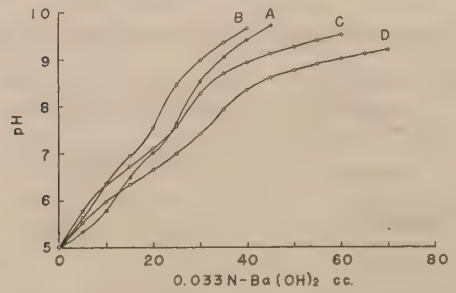



**Fig. 3.** Change in the buffering capacity curve for muscle of *Lamna cornubica* (G.) during degradation.
A: Curve for fresh sample.
B, C, D: Curves for degraded samples as shown in Table 2.

ロ）ネヅミザメ筋肉について　前記の結果から緩衝能曲線の変化はpH 5より測定をはじめても充分に判断しうることを知つたので，ネヅミザメ筋肉についてpH 5より滴定曲線の変化を追求してみた。その結果は第2表及び第3図の通りであつて，変化の模様は極めてはつきりしている。

ハ）マサバ筋肉について　これに対してマサバの筋肉を試料とした場合は第3表及び第4図の通りであつて曲線のずれは少く，鮮肉の曲線（A）にくらべて立ち上つているのは（B）の曲線の一部だけであり，1日放置した試料の曲線は同図に掲げなかつたがA, B両曲線のほぼ中間にあつた。

ニ）ホシザメ筋肉及びエキスについて　筋肉の緩衝能中エキスの占める割合については，これまで明確には示されなかつた。そこで新鮮なるホシザメ及びこれを恒温器中に4日間放置したものについて筋肉並びにエキスの緩衝能曲線を求めた

**Table 3.** Changes in pH value, non-protein and volatile basic nitrogen of the muscle of *Scomber japonicus* (see Fig. 4).

| Sample | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Time of storage (day) | 0 | 2 | 4 | 9 |
| pH | 5.97 | 6.11 | 6.58 | 8.01 |
| Non-protein nitrogen (mg·%) | 602.6 | 585.6 | 631.8 | 777.6 |
| Volatile basic nitrogen (mg·%) | 21.3 | 44.8 | 56.2 | 156.4 |

ところ第5図の結果が得られた。すなわち各 pH 領域においてエキスのもつ能力はこれを含む筋肉の能力の大半を占めることが明らかである。しかして図に示された4本の曲線の傾斜程度を比較すると，筋肉緩衝能の変化は主としてエキス緩衝能の変化によつて左右されていることがわかる。

ホ) アカエイ筋肉及びエキスについて　アカエイ筋肉及びエキスについての実験結果は第6図の通りである。ここで興味深いのは，筋肉の緩衝能とエキスの緩衝能との差を蛋白質のもつ緩衝能と考えるならば，その値がホシザメに比較して著しく小さいことであろう。その他オナガザメ，キハダマグロ等について測定を行つたが，このような例は他に見なかつた。

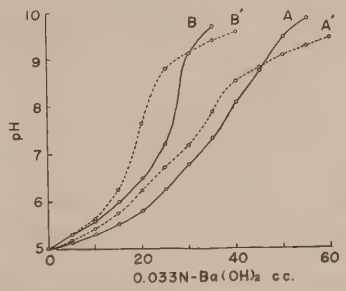



**Fig. 5.** Buffering capacities for the muscle and muscle extracts of *Mustelus manazo* B. changing during storage at 20°C. for 4 days.
A: Curve for the muscle of fresh sample.
A′: Curve for the muscle of degraded sample.
B: Curve for the muscle extract of fresh sample.
B′: Curve for the muscle extract of degraded sample.

**3. 板鰓類筋肉と一般魚類筋肉の pH についての考察**　魚肉が腐敗過程をとる時 pH の上昇が見られるが，これはアンモニア等の塩基性物質の生成によるものと考えられる。今各種の魚肉について揮発性塩基窒素と pH との関係を図示すれば第7図のようになる[4]。すなわち同じ揮発性塩基窒素量でみると板鰓類筋肉は一般硬骨魚類肉に比較して高い pH 値をもつものである。また，かなり腐敗した場合においても硬骨魚類筋肉では pH は8前後に留まるが板鰓類筋肉では9附近に及ぶことが示されている。

この事実は両群の筋肉の緩衝能の差によつて説明出来るもの

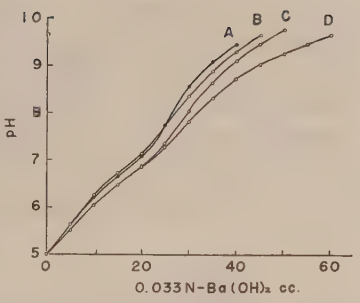



**Fig. 4.** Effect of degradation on the buffering capacity for muscle of *Scomber japonicus* H.
A: Curve for fresh sample.
B, C, D: Curves for degraded samples as shown in Table 3.

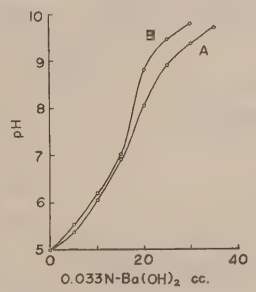



**Fig. 6.** Buffering capacities of the muscle and muscle extract of *Dasyatis akajei* (M. & H.).
A: Curve for the muscle.
B: Curve for the muscle extract.

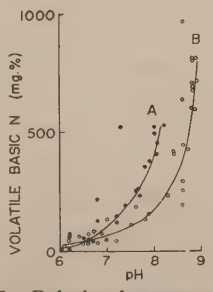



**Fig. 7.** Relation between pH values and volatile basic nitrogen contents compared with the muscle of teleostei and elasmobranchs.
A: Teleostei
B: Elasmobranchs

と思われる。アルカリ領域において板鰓類筋肉のもつ緩衝能が他の魚類に比較して弱いことについては次報でも詳細に述べるつもりであるが，また本報で示されているようにやや鮮度落ちした板鰓類筋肉の緩衝能が全般的に弱くなることもその原因であろう。一方，硬骨魚類筋肉は多量の揮発性塩基が生成する時期に於いては蛋白質の分解が著しい場合が多く，これが緩衝能の増大を伴つていることも見逃せないところである。

何故腐敗時の pH がこれ以上の値をとり難いかという問題の解明は実験1の結果中に包含されているものと思う。トリメチルアミン，アンモニア等は pH の上昇を引きおこす原因とはなるが，また，これら自身は pH 8 より 9 或いは 10 にかけて緩衝能を増大させる働きをもつ物質であるからであろう。

## 摘　　要

魚肉エキスの緩衝能に及ぼすトリメチルアミン及びアンモニアの影響並びに鮮度低下に伴う板鰓類筋肉の緩衝能の変化について研究したところ次の如き結果を得た。

1) トリメチルアミンは pH 8 より，アンモニアは pH 6 よりアルカリ側において徐々に緩衝能を高め，pH 8 をやや越えるころより急速に緩衝能を高める。

2) 板鰓類筋肉においては鮮度が低下すると緩衝能は一度減少した後次第に増大する。減少はトリメチルアミンオキサイドの分解により，増大はアンモニア及びトリメチルアミン等の生成に由来する。

3) エキスのもつ全筋肉のもつ緩緩能の大半を占める。アカエイ筋肉においては蛋白質の緩緩能が著しく小さい。

4) 鮮度低下に際し板鰓類筋肉の pH が他の魚肉に比較して速やかに上昇し pH 9 附近に達する現象について考察を加えた。

## 文　　献

1) 須山三千三・徳広　真：本誌. **24**, 267, (1958).
2) 須山三千三：本誌. **24**, 271, (1958).
3) M. E. STANSBY and J. M. LEMON: Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **5**, 208 (1933).
4) 須山三千三・徳広　真：昭和29年4月，日本水産学会年会において報告。

# 魚肉の緩衝能に関する研究—Ⅳ.

## 各種水産動物筋肉の緩衝能

須山三千三・小池淳三・鈴木和遠
(東京水産大学)

# Studies on the Buffering Capacity of Fish Muscle—IV. Buffering Capacity of Muscles of Some Marine Animals

Michizo Suyama, Junzo Koike and Kazuo Suzuki

Buffering capacity curves determined with some marine animals were proved to have a similar shape, all having two inflexion points at about pH 5 and 7, respectively. In order to clarify the physiological significance of these phenomenon, the buffering capacities of the muscles of some twenty species of marine animals were determined at pH ranges of 3~5, 5~7 and 7~9.

As shown in Table 1, muscles of red-flesh fishes (migrating fish), white-flesh fishes (non-migrating or bottom fish), elasmobranchs and crustacea have their own specific values in buffering capacity. Actively migrating species were found to have a strong buffer action in their muscle. These results may be indicating that the buffering system in the muscle will be related to the physiological function of muscle.

魚肉の緩衝能を知ることは各種の生化学的研究に際しての魚肉 pH の調製等に必要欠くべからざるところであるが，従来あまりかえりみられなかつた。加工利用面に於ても水産皮革の酸処理，煉製品のアンモニア臭除去の目的で行う原料サメ肉の醋酸処理及び魚肉ソーセーヂの弾力強化の目的による重炭酸ソーダの添加等，加工過程に酸又はアルカリを使用する場合があつても緩衝能の強弱についてはあまり注意が払われていない現状である。前報[1,2,3]に於て少数例ではあるが魚種が異ると筋肉の緩衝能も異ることが緩衝曲線の傾斜や A 価，C 価等を比較することによつて示されたが，著者等は今回更に多数の魚種について筋肉の緩衝能を求めた。その結果板鰓類筋肉，赤身魚肉，白身魚肉，甲殻類筋肉等はそれぞれ特定の値をもつものであり，緩衝能が比較生化学的にも意義を有することを明らかにすることが出来た。以下その概略について報告する。

## 実　　験

**試　料**　ソウダカツオほか 19 種の魚類，甲殻類，軟体動物を試料とした。筋肉の緩衝能は鮮度によつて相違することが前報[1,3]によつて示されているので，本実験に用いた試料は特に鮮度に注意し，サメ類を除いては死後硬直中又はそれ以前のものを選んだ。

**実験法**　第 3 報[3]と同様に筋肉 5g をすりつぶし，水 100cc に懸濁させてから pH 3.00 に調製し，0.033 N-$Ba(OH)_2$ による滴定曲線を求め，これより pH 3~5, 5~7, 及び 7~9 の 3 区間に於ける $Ba(OH)_2$ 所要量 (cc) を求め，各筋肉について比較する方法をとつた。尚試料の鮮度を示す指針としてそれぞれについて pH，全窒素，非蛋白態窒素，トリメチルアミンオキサイド窒素，揮発性塩基窒素の定量を行つた。

1958 年 2 月 8 日受理

## 結果並びに考察

**1. 緩衝能曲線の形**　サンマ，マアヂ，コイ筋肉の緩衝能曲線を図示すると第1図のようになる。これら3つの曲線を比較するとサンマが最も緩衝能が強く，マアヂ，コイの順になつており，pH 3～5, 5～7, 7～9 の範囲に於て比較してもそれぞれ同じ順序に配列される。

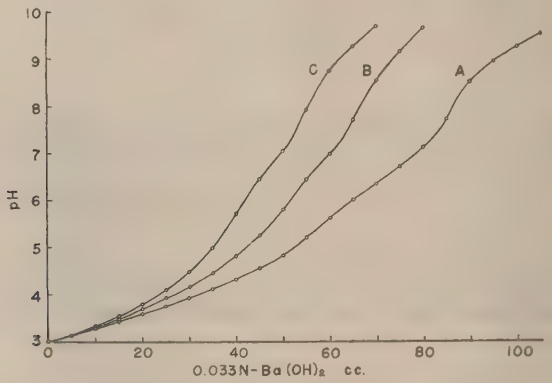



**Fig. 1.** Buffering capacity curves observed in the muscles of *Cololabis saira* (B.) (curve A), *Trachurus japonicus* (T. & S.) (curve B), and *Cyprinus carpio* L. (curve C).

曲線の形は何れも初めゆるい彎曲を画いて上昇し，pH 5 よりは直線に近くなり，7 前後よりやや屈折して上昇しているのが見られる。5 前後の屈折は種類によつては判明し難いものもあるが，7 附近に於ける屈折は大部分の試料で明瞭に示されており，屈折点が 7.25 にあるものが多かつた。この曲線の形態はとりもなおさずそれぞれの pH に於ける緩衝能の強さを示すものであるが，5 及び 7 附近に屈折点があることは，5 及び 7 を境界として緩衝能を支配する因子がそれぞれ異なることを物語つているものと考えられる。各 pH 領域に於ける緩衝能の強さを比較する方法として pH 3～5, 5～7, 7～9 の3つの範囲を選択したのも以上の理由によるのである。

**2. 各種水産動物筋肉の緩衝能の強さ**　すべての試料について緩衝能曲線を画き，これより pH 3～5, 5～7, 7～9 間の $Ba(OH)_2$ 所要量を算出した結果は第1表の通りであり，筋肉の pH，並びに数種窒素成分の定量結果は第2表の通りである。

第1表から各 pH 範囲に於て緩衝能の強いものから弱いものの順に試料動物名を列挙すれば次の通りになる。

**pH 3～5**: マグロ・アカエイ・ヨシキリザメ・ネズミザメ・シュモクザメ・ソウダカツオ・サンマ・マサバ・マダイ・スルメイカ・キチヂ・マアヂ・カワハギ・タチウオ・コウライエビ・ソウハチカレイ・アオリイカ・コチ・ガザミ・コイ

**pH 5～7**: マグロ・ソウダカツオ・サンマ・ヨシキリザメ・ネズミザメ・シュモクザメ・マサバ・スルメイカ・タチウオ・マアヂ・カワハギ・コチ・マダイ・アカエイ・ソウハチカレイ・コイ・ガザミ・アオリイカ・コウライエビ・キチヂ

**pH 7～9**: マグロ・ソウダカツオ・スルメイカ・カワハギ・マサバ・サンマ・コウライエビ・アオリイカ・マダイ・ガザミ・タチウオ・ソウハチカレイ・マアヂ・コチ・ヨシキリザメ・ネズミザメ・コイ・シュモクザメ・アカエイ・キチヂ

すなわち，概略のところ pH 3～5 の範囲では板鰓類に属するサメ，エイ類，赤身魚類，白身魚類，甲殻

**Table 1.** Buffering capacities of muscles of marine animals determined at the three pH ranges. Figures are expressed as volume (cc) of 0.033 N-$Ba(OH)_2$ required for 5g muscle to shift pH values from 3.00 to 5.00, 5.00 to 7.00, and 7.00 to 9.00.

| Sample No. | Name of Sample | Buffering Capacity | | |
|---|---|---|---|---|
| | | pH 3~5 | pH 5~7 | pH 7~9 |
| 1 | ヨシキリザメ *Prionace glauca* (L.) | 57.5 | 24.2 | 13.2 |
| 2 | シュモクザメ *Sphyrna zygaena* (L.) | 55.4 | 22.8 | 12.3 |
| 3 | ネズミザメ *Lamna cornubica* (G.) | 56.0 | 22.6 | 13.2 |
| 4 | アカエイ *Dasyatis akajei* (M. & H.) | 63.3 | 15.3 | 11.2 |
| 5 | マグロ *Thunnus orientalis* (T. & S.) | 75.2 | 28.2 | 32.1 |
| 6 | ソウダカツオ *Auxis tapeinosoma* (B.) | 54.2 | 27.6 | 23.2 |
| 7 | サンマ *Cololabis saira* (B ) | 52.7 | 26.2 | 17.2 |
| 8 | マサバ *Scomber japonicus* (H.) | 50.5 | 22.1 | 17.6 |
| 9 | マダイ *Pagrosomus major* (T. & S.) | 42.7 | 16.0 | 16.0 |
| 10 | マアヂ *Trachurus japonicus* (T. & S.) | 42.3 | 18.0 | 13.7 |
| 11 | カワハギ *Monacanthus cirrhifer* T. & S. | 40.8 | 16.2 | 19.0 |
| 12 | タチウオ *Trichiurus japonicus* (T. & S.) | 40.7 | 18.2 | 15.7 |
| 13 | キチヂ *Sebastolobus macrochir* (G.) | 42.2 | 14.0 | 8.5 |
| 14 | ソウハチ *Protopsetta herzensteini* (S.) | 40.6 | 15.0 | 14.6 |
| 15 | ヨチ *Platycephalus indicus* (L.) | 39.7 | 16.1 | 13.3 |
| 16 | コイ *Cyprinus carpio* L. | 35.1 | 14.7 | 12.6 |
| 17 | アオリイカ *Sepioteuthis lessoniana* F. | 33.0 | 14.2 | 17.0 |
| 18 | スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* S. | 42.5 | 19.2 | 21.0 |
| 19 | コウライエビ *Penaeus orientalis* K. | 40.6 | 14.0 | 17.2 |
| 20 | ガザミ *Portunus trituberculatus* (M.) | 38.5 | 14.7 | 16.0 |

**Table 2.** PH value, amount of total nitrogen, and a few nitrogenous compounds in the muscles of marine animals.

| Sample No. | pH | Total nitrogen mg·% | Non-protein nitrogen mg·% | TMAO-* nitrogen mg·% | TMA-** nitrogen mg·% | Volatile basic nitrogen mg·% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.52 | 3145 | 1434 | 155 | 0.70 | 39.1 |
| 2 | 6.60 | 3140 | 1451 | 158 | 0.70 | 29.1 |
| 3 | 6.10 | 3753 | 1409 | 186 | 1.08 | 17.2 |
| 4 | 6.43 | 3035 | 1281 | 105 | 0.26 | 13.2 |
| 5 | 5.91 | 3621 | 749 | 4.0 | 0.52 | 14.4 |
| 6 | 6.10 | 3800 | 668 | 3.7 | 1.57 | 7.5 |
| 7 | 6.11 | 3811 | 599 | 22.0 | 0.41 | 19.4 |
| 8 | 6.01 | 3487 | 509 | 20.0 | 0.97 | 14.7 |
| 9 | 6.85 | 3140 | 317 | 33.0 | 0.50 | 25.2 |
| 10 | 6.74 | 3068 | 354 | 42.6 | 1.12 | 13.4 |
| 11 | 6.45 | 2964 | 340 | 46.1 | 0.22 | 12.6 |
| 12 | 7.14 | 3110 | 369 | 69.4 | 0.15 | 5.1 |
| 13 | 7.18 | 2187 | 284 | 90.3 | 2.02 | 14.1 |
| 14 | 7.04 | 2914 | 356 | 18.7 | 1.14 | 11.0 |
| 15 | 7.18 | 3137 | 325 | 61.6 | 0.15 | 4.3 |
| 16 | 7.08 | 2838 | 346 | 0 | 0 | 13.6 |
| 17 | 7.00 | 2526 | 672 | 39.5 | 6.19 | 8.5 |
| 18 | 6.42 | 2916 | 862 | 92.8 | 4.79 | 12.3 |
| 19 | 7.15 | 2731 | 864 | 41.0 | 1.05 | 10.8 |
| 20 | 7.12 | 3039 | 887 | 12.2 | 0 | 8.9 |

* Trimethylamine oxide nitrogen.
** Trimethylamine nitrogen.

類の順となり，pH 5～7 に於ては赤身魚類，板鰓類，白身魚類，甲殻類となり，pH 7～9 に於ては赤身魚類，甲殻類及び白身魚類，板鰓類となつている。マグロはすべての pH 範囲で最も強く，イカ類は配列に分散しており，アカエイは pH 5～7 の範囲ではサメ類に比較して著しく低く，キチヂ及びコイは各 pH 領域に於て比較的低い値を有していた。

これらの魚種による緩衝能の差は，仮りに第2表のトリメチルアミンオキサイド含有量の差と比較しても有意の関係が見出せなかつた。板鰓類筋肉が酸性領域に於て強い緩衝能をもつことはトリメチルアミンオキサイド量に密接な関係があるが，他の試料を含めた全般を通じてトリメチルアミンオキサイド量とは直接の関係はなく，エキス中に含まれる他の成分或いは筋肉蛋白質の緩衝能がそれぞれの群に於て特異な値をもつためと解釈すべきでであろう。

動物が運動する際に筋肉中のグリコーゲンが分解されて乳酸に変ることはよく知られた事実であるが，多量の乳酸を生成しやすいと思われる洄游魚或いは活潑な魚種が生理的 pH に於て強い緩衝能をもつことは興味深いものがある。

## 摘　　要

1) 筋肉の緩衝能曲線は魚種が異つてもほぼ類似した形を有しており，pH 5 及び 7 附近に緩衝能に関与する成分系の転換を思わせる屈折点を有している。

2) これら屈折点を考慮に入れ，20 種の水産動物筋肉の緩衝能を pH 3～5, 5～7, 及び 7～9 の範囲で強弱を比較したところ，魚種の差により緩衝能に差がみられ，概して活潑な魚種では生理的 pH 領域に於て強い緩衝能をもつことを知つた。

## 文　　献

1) 須山三千三・徳広　真: 本誌. **24**, 267, (1958).
2) 須山三千三: 本誌. **24**, 271, (1958).
3) 須山三千三: 本誌. **24**, 276, (1958).

# キリンサイ (*Eucheuma muricatum* (GMEL.) WEBER VAN BOSSE) 粘質物に関する研究—VI.
## 構成糖組成について

中 村 武 彦
(宮崎大学農学部)

# Studies on Mucilage from the Seaweed, *Eucheuma muricatum* (GMEL.) WEBER VAN BOSSE—VI.
## Composition of Component Sugar

Takehiko NAKAMURA

As shown in Fig. 1, the sugar solution obtained by hydrolysis of one gram mucilage (Ba salt) with dilute sulfuric acid was neutralized and decolorized, and separated into acidic and neutral sugar using ion-exchangers as previously reported.

The neutral sugar fraction was subjected to liquid chromatography by passing butanol, half-saturated with water, through a cellulose column (2×49.5cm) packed with pure cellulose prepared from filter paper pulp, and it was thereby separated into three components: anhydrogalactose, xylose and galactose.

The methods employed for the estimation of sugars, acidic and neutral, and the results obtained (tabulated in Table 1) were as follows:

(1) Glucurone was determind by the WILLIAMS color reaction, since the optical density at 600mμ corresponds to the concentration of glucurone (Fig. 2), and was found to be present by 3.27% on the total sugar basis.

(2) Galactosesulfate was calculated by subtracting the above glucurone content from whole acidic sugar content as shown in Table 1, and was found to be contained five times as much as glucurone was.

(3) Each component of neutral sugars was estimated by the hypoiodite method. It was found that total neutral sugar amounts to about 80% of total sugar, and the proportions of xylose to anhydrogalactose and galactose become nearly 1: 3.5: 12.5.

(4) As the value obtained by the hypoiodite method coincides satisfactorily with that of solid matter and the recovery of total sugar is 96% (in the case of hypoiodite method) or 99% (in the case of solid matter), it may be declared that each sugar is separated from *Eucheuma* mucilage in a pure state and quantitatively by this method.

## 緒 言

前報までの一連の研究で，キリンサイ粘質物の糖成分5種（ガラクトーズ，その硫酸エステル，アンヒドロガラクトーズ，キシローズ及びグルクロン）を確認したが，次に明らかにせねばならない問題はその成分割合である。本報では既報[1),2),3)]で得られた知見を基礎として全成分の分離定量を試み，ほぼその目的を達したのでその結果を報告する。

## 実験及び成績

**1. Ba 塩の前処理と構成糖の分離** キリンサイより純粋に分離した粘質物の Ba 塩 1g からその構成糖成分を定量的に分離するため，Fig. 1 に示す通りに行つた。この図で見られるようにまず Ba 塩の前処理に

1958 年 2 月 22 日受理

Ba salt, lg.

↓ Hydrolysed with 3% $H_2SO_4$ 40 m*l*., 3 hours

Hydrolysate

↓ Neutralized with $Ba(OH)_2$ and $BaCO_3$ sol., and made up to 100 m*l*.

Neutralized solution
(solid, 585.2 mg)*

↓ 40 m*l*. of the above sol. was treated twice with charcoal and made up to 50 m*l*.

Decolorized solution
(sugar 118 mg*; solid 122.5 mg*)

↓ 30 m*l*. of the above sol. (sugar 72.8 mg*; solid 73.5 mg*) was percolated through IRA-400 ($CO_3$ form), after removal of Ba using IR-120

Effluent
(Neutral sugar fraction)

↓ After heing concentrated properly, eluted with butanol, half-saturated with water, through the cellulose column. lst fraction collected. After concentration *in vacuo*, made up to 10 m*l*.

Anhydrogalactose

↓ 2nd fraction collected. After concentration *in vacuo*, made up to 10 m*l*.

Xylose

↓ Last fraction collected. After concentration *in vacuo*, made up to 10 m*l*.

Galactose

Adsorbed
(Acidic sugar fraction)

↓ Eluted with dil. $H_2SO_4$ and neutralized with $Ba(OH)_2$

Ba-glucuronate

↓ After removal of Ba using IR-120, concentrated *in vacuo*. Made up to 10 m*l*,

Acidic sugar solution

* See Table 1.

**Fig. 1.** Separation of component sugars from the hydrolysate of pure mucilage (Ba salt)

**Table 1.** Composition of component sugars

| Sugar fraction* | | Sugar content: Estimated by hypoiodite method, except glucurone, mg | Sugar content: % | Sugar content: Proportion | Solid (ash-free dry matter) mg |
|---|---|---|---|---|---|
| Neutralized sol. (100 m*l*.) | | — | — | — | 585.2 |
| Decolorized sol. (50 m*l*.) | | 118** | — | — | 122.5 |
| Component sugar separated from 30 m*l*. of decolorized sol. (sugar, 72.8 mg**; solid, 73.5 mg) | Anhydrogalactose | 11.54 | 16.42 | 3.5 | 10.6 |
| | Xylose | 3.29 | 4.68 | 1 | 3.4 |
| | Galactose | 41.21 | 58.63 | 12.5 | 43.7 |
| | Glucurone | 2.30*** | 3.27 | 1 | 15.0 |
| | Galactosesulfate | 11.95**** | 17.00 | 5.2 | |
| | Sum | 70.29 | 100 | — | 72.7 |
| Recovery | | 96.5% | — | — | 98.9% |

* See Fig. 1 as to the separation method.

** Calc. as galactose.

*** Calculated on the basis of 3.83 mg.%, the amount of glucurone corresponding to the point *P* (optical density 0.705, see Fig. 2) estimated for a solution obtained by sixfold diluting the original acidic sugar solution, therefore as $3.83 \times 6/10$ mg.

**** Calculated as follows: (Total glucurone 2.30) · 260.22 176.12 mg., where, total glucurone is the whole acidic sugar content calculated as glucurone on the basis of the amount of 0.01 N thiosulfate used in titration (resulting amount 11.81 m*l*.). For the total glucurone the value estimated for the original acidic sugar solution, is $0.88 \times 11.81 = 10.39$ mg. Molecular weights of galactosesulfate and glucurone are 260.22 and 176.12, respectively.

よつて純粋糖液を調製し，ついで酸性糖と中性糖とに分離するためイオン交換樹脂を使用した。分離法は第4報[2]記載の通りである。中性糖成分の分離法としては吸着クロマトグラフ法[4]や硼酸錯塩形成によるイオン交換クロマトグラフ法[5]などいろいろの方法があるが，筆者は液体クロマトグラフ法[4),6)]で中性糖成分を分離することとした。即ち吸着剤として精製濾紙屑（約 N-NaOH 溶液で濾紙をほぐしたのち約 2N-HCl 溶液で中和し Cl′ 反応皆無となるまでよく洗滌したもの）を径 2cm，高さ 61cm のガラス管に 49.5cm 長さに詰めたものを吸着塔とし，この上部に中性糖区分（IRA-400 吸着区分）を乗せ，水半飽和ブタノール溶液で溶出（流速1時間約 10m*l*）する。溶出液 10m*l* 毎に受器を取り換え，各フラクションは発色剤アニシジン塩酸塩によるスポットテスト又はペーパークロマトグラムで試験し，同種の糖区分を合併し 40°C 以下で真空濃縮したのち 10m*l* の定容とした。溶出順序は図に示す通りである。但しガラクトーズ区分のみは外に糖はないので溶剤節約のため蒸溜水で溶出した。かくして得られた酸性糖区分及び中性糖3成分はそれぞれ次項以下に述べる如くして定量を行つた。なお固形分をも測定して定量の正確を期した。結果は Table 1 の通りである。

**2. 酸性糖区分の定量**　酸性糖区分にはグルクロン酸（又はラクトン）とガラクトーズ硫酸エステルを含むので何れか一方の含量を知れば全酸性糖の次亜沃素酸塩による滴定値から他を計算によつて求めることができる筈である。硫酸エステルの量は硫酸含量から定量できるわけであるが，一般重量法及びクローム酸カリによる容量法を試みたところ微量のため信頼できる結果が得られなかつた。然るにグルクロン酸の定量については前報[3]で述べたように WILLIAMS 呈色反応を応用することによつて可能であることが判つたのでグルクロン酸（結果はグルクロンとして算出）から両酸性糖を定量した。グルクロンの定量法は次の通り行つた[7]。試料 2m*l* をとり WILLIAMS 試薬（0.25% ナフトレゾルシン溶液）2m*l* と強塩酸 3m*l* を加え湯浴中で2時間加熱したのち直ちに氷水中で冷却し，反応液にアミルアルコールを加えてよく振盪し，色素を完全に溶剤へ移行せしめる（容易に移行す）。アミルアルコール層の 4m*l* を正確に採り，この上に 6m*l* の 95% エタノールを加えて振盪したのち，直ちに 600mμ の波長で吸光度を測定する（盲検を必要とする）。この方法で，まず吸光度が濃度と比例するかどうかを標品を使つて実験した。即ち純グルクロン（ペーパークロマトでラクトン型なることを確めた）を 100m*l* 中 2mg，3mg，4mg 及び 5mg を含む溶液について測定したところ Fig. 2 に示すように，少くともこの範囲の濃度では殆ど完全に直線をなした。なおこの場合のミリモル吸光係数は 3.24 である。そこで酸性糖区分はこのままでは色調が濃すぎて測定できないので，これを6倍に薄めた溶液について，この波長における吸光度を測定したところ 0.705 (Fig. 2 の点 *P*) となつたので，その濃度は 3.83mg% である。従つて原液中には Table 1 の註の計算によつて 2.30mg を，また全糖に対する割合は 3.27% であることを知つた。

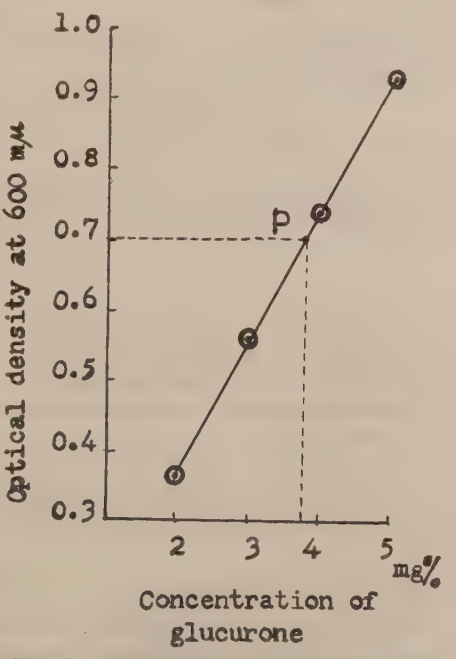



Fig. 2. Relation between the concentration of glucurone and the color development (point *P*: sample)

次にガラクトーズ硫酸エステル量は同表の註で説明しているように計算によつて液中に 11.95mg 含まれる。故にガラクトーズ硫酸エステルはグルクロンの約5倍量含まれ，全酸性糖量に全糖の約 20% を占めることがわかつた。

**3. 中性糖成分の定量**　Fig. 1 の如くして分離された中性糖3成分はそれぞれ次亜沃素酸塩法で定量するとともに，固形分も定量した。結果は Table 1 に示す。

即ち中性糖ではキシローズが最も含量少なく，このもの1に対しアンヒドロガラクトーズ約 3.5，ガラクトーズ約 12.5 となつた。又中性糖は全糖量の 80% を占めることを知つた。

Table 1 で注意すべき点は，固形分と次亜沃素酸塩法による定量値がよく一致することと糖の回収率が 96～99% に及ぶことであろう。このことは各糖がほぼ純粋であり，かつ完全に回収されていることを示すものと思われる。

## 要　　約

キリンサイから純粋に分離した粘質物の Ba 塩の加水分解液を中和脱色した糖液は初めにイオン交換樹脂をもつて酸性糖と中性糖とに分離したのち後者は更に濾紙カラムによる液体クロマトグラフ（溶剤：水半飽和ブタノール）から3中性糖成分を分離した。得られたそれぞれの糖について定量を行つた。結果は次の通りとなつた。

（1）　酸性糖中グルクロンは WILLIAMS 呈色反応で得られる着色液の 600 mμ に於ける吸光度がグルクロンとして 2mg ないし 5mg% の範囲では濃度に比例する事実から，試料中のグルクロンが全糖に対し 3.27% を含むことを測定した。

（2）　ガラクトーズ硫酸エステルは全酸性糖量から，グルクロン量を差引いて得られ，グルクロンの約5倍量を含むことを知つた。

（3）　中性糖は全糖の 80% を占め，構成成分キシローズ，ドロガラクトーズ及びガラクトーズの量比はおよそ 1: 3.5: 12.5 であつた。

（4）　固形分と次亜沃素酸塩法による測定値がかりよく一致していることと糖の回収率が 96～99% に及ぶことからみて，得られた糖はほぼ純粋であり，かつ完全に回収されていることを示すものと思われる。

本稿を終るにあたり，御懇篤なる御指導と御鞭撻とを賜つた東京大学教授森高次郎先生，並びに糖の分離について御教示下さつた橋本芳郎先生に対し深甚の謝意を表する次第である。

## 文　　献

1) 中村武彦：日水会誌，**21**, 1057 (1956).
2) 中村武彦：日水会誌，**23**, 647 (1958).
3) 中村武彦：日水会誌，**23**, 652 (1958).
4) BRINKLEY, W. W.: "Advances in Carbohydrate Chem"., Vol. 10, Academic Press, New York (1955), pp. 55.
5) KHYM, J. X. and L. P. ZILL: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 2319 (1951); **74**, 2090 (1952).
6) HASHIMOTO, Y.: *This Bull.*, **21**, 352 (1955).
7) 赤堀四郎編："酵素研究法" 第 III 巻，初版，朝倉書店，東京 (1957), pp. 658.

**附記：**　キリンサイの学名について

本題目のもとでの一連の報告中第3報（本誌 **21**, 1057, (1956)）までは学名として *Eucheuma spinosum* (L.) J. Ag. を用いたが第4報（同，**23**, 647 (1958)）以降は *Eucheuma muricatum* (GMEL.) WEBER VAN BOSSE. に変更した。その理由は，最初の命名者尊重という分類学上の規約に基き，*E. muricatum* が今日一般に正式名として採用されているからである。このことについて詳細に御教示下さつた東京水産大学教授殖田三郎先生に対し深く感謝の意を表する。

# 魚類組織中のクロルテトラサイクリンの cylinder plate による改良定量法

富山哲夫・津田 厚・米 康夫
(九州大学農学部水産化学第一教室)

# An Improved Cylinder Plate Assay Method for Determination of Chlortetracycline in Fish Tissues.

Tetuo Tomiyama, Atsushi Tsuda and Yasuo Yone

An improved cylinder plate method for determination of chlortetracycline in tissues has been presented. A mixture of acetone and citrate buffer has been employed for the extraction of chlortetracycline from sample tissues and also as the diluent of the standard chlortetracycline solution. The method is superior in recovery and sensitivity to FDA method and Umezawa et al's modified method. It was found that the average recovery of chlortetracycline from tissues and minimum inhibitory concentration were 95% and 0.002 mcg·per cc., respectively.

血清や尿などに含まれるクロルテトラサイクリン (CTC と略記) の定量は，予め抽出処理をする必要がないので，cylinder plate 法によつて容易に実施できる[1]。しかし各種の組織中に含まれる CTC の定量に当つては抽出行程が先行するので，抽出方法自体に種々の問題がかかつている。

著者等は組織中の CTC を pad plate 法で定量する場合に，抽出剤によつて定量の感度及び CTC の回収率が著るしく変動することを明かにし，クエン酸緩衝液 (pH 5.2)・アセトン混液がこれらの点では理想的な抽出剤であると報告した[2]。このことは cylinder plate 法においても同様であろうと推察されたので，この新しい抽出剤の導入によつて cylinder plate 法の改良を試みた結果，満足な定量法がえられた。

従来の cylinder plate 法による組織中の CTC の定量には，抽出剤として FDA の方法[3] は M/10 $KH_2PO_4$ を用い，また梅沢氏等[4] は Grady and Williams[5], Broquist and Kohler[6], 富山等[7] 及び Abbey 等[8] が pad plate 法の場合に用いた HCl–アセトン混液を用いている。依つて本法とこれらの既往の方法とを比較検討してみた。その結果によると，FDA 法では回収率及び感度が低いことのほかに定量中に抽出液が腐敗する欠点があり，梅沢氏のものでは回収率及び感度が低いだけでなく，標準液中の CTC と組織抽出液中の CTC とが検定菌に対し同一感度を示さないなどの理由から，これらの方法には欠陥の多いことが分つた。

本報では改良定量法の設定の根拠を提示すると共に，従来の方法と本定量法との比較検討についても報告した。

## 定 量 方 法

### 1. 組織抽出剤及び CTC 標準原液の稀釈剤

組織抽出剤には pH 5.2 の M/10 クエン酸緩衝液 35 容，アセトン 35 容及び蒸溜水 30 容の混合液を用いる。CTC 標準原液 (800 mcg CTC/cc) の稀釈には pH 5.6 に調節した M/10 クエン酸緩衝液 35 容，アセトン 35 容及び蒸溜水 30 容の混合液をあてる。pH 5.2 のクエン酸緩衝液は M/5 クエン酸 100 部，N/2 KOH 95 部及び水 5 部を混合して調製し，pH 5.6 のものは M/5 クエン酸 100 部，N/2 KOH 100

1958 年 2 月 24 日受理

部を混合して調製する。

**2. 組織抽出液の調製**

よく摺潰混和した供試組織から 20g を秤りとり，これに前記の組織抽出剤 80cc を加えて約 2 分間ミクサーで混和抽出する。約 15 分間放置して丸ろ紙で適当量を減圧させた後，乾燥沪紙で沪過し，沪液を供試する。

**3. 検定用培地の調製**

検定用培地は，ペプトン（武田薬工のポリペプトン）6g，肉エキス 1.5g，酵母エキス（大五栄養 KK）1.5g 及び $KH_2PO_4$ 3g を 1L の水にとかし，加温後に 10g の活性炭（シラコキ印特級）を添加撹拌し，数分後に沪過し，これに 15g の寒天末を加えてから 15 ポンド 10 分間加圧滅菌したものである。この培地の pH は感度をよくする目的から 5.6～5.7 に調整する必要があるので，pH をガラス電極で確かめておかれたならない。この寒天培地を 55～60°C に冷却した後，別に調製した *B. cereus var mycoides* No. 213 (ATCC 9634) の胞子懸濁液の適当量をよく混和し，9 或は 10cm 径の市販今里シャーレのような底が平坦なペトリ皿に 5cc を流し込んでから，ペトリ皿を動かしてひろげ，水平の場所で固化させて能う限り均一な厚さの培地をつくる。*B. cereus* No. 213 の胞子懸濁液の調製については前報[2]を参照されたい。

**4. 定量操作及び含量の計算**

CTC 標準原液としては 80.0mg の CTC 塩酸塩の結晶を蒸溜水にとかして 100cc に充たしたものを用いる。正確に 2cc 宛を小型試験管に分注し，密栓して凍結保存すれば，2 月間は使用できる。

この原液 2cc から標準液をつくるには，前掲の pH 5.6 の稀釈剤を用いて 100cc に充たし，更にその 2cc をとつて稀釈剤で 200cc に充たしたものをつくる。この液は 0.16mcg CTC/cc に当るので，これを倍づつに順次稀釈して 0.04, 0.02, 0.01, 0.005 及び 0.0025mcg/cc の標準液をつくる。

各シャーレの個体差の修正に用いる 0.01mcg/cc を除いて，各標準液濃度毎に 3 箇のシャーレを用いる。各シャーレには 6 箇のステンレス製カップ（外径 8mm）をおき，これらに標準液と修正用標準液 (0.01 mcg/cc) とを交互にみたす。一つの標準液濃度について 3 個のシャーレを用いるから，その濃度の阻止帯 9 個，修正用 0.01mcg/cc の阻止帯 9 個がえられることになる。また全体の標準液（この場合は 4 濃度段階）とともにおいた修正用 0.01mcg/cc の阻止帯は 36 個となる。供試液についても同様に 3 個のシャーレを用い，1 個のシャーレに 6 個のカップをおき，供試抽出液と修正用標準液 (0.01mcg/cc) とを交互にみたすことは標準液の場合と同様である。

**Table 1.** An example of calculation of CTC-content from measurement of zone size.

| CTC-standard series (mcg/cc) | | | | | Test (mcg/cc) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ref. 0.0025 | Ref. 0.005 | Ref. 0.02 | Ref. 0.04 | Ref. | Sample |
| $r_t$ ····· | 18.0 | 17.5 | 18.0 | 18.0 | $r_p$ ····· 17.7 | |
| $s_t$ ····· | 11.5 | 14.5 | 21.4 | 24.5 | $p$ ····· | 16.3 |
| $R$ ····· | $(18.0+17.5+18.0+18.0)\div 4=17.9$ | | | | | |
| $R-r_t$ ··· | −0.1 | +0.4 | −0.1 | −0.1 | $R-r_p$ ··· | +0.2 |
| $S_t$ ····· | 11.4 | 14.9 | 21.4 | 24.4 | $S_p$ ···· | 26.5 |
| | | | | | CTC (mcg/cc)* | 0.0074 |
| | | | | | Content (mcg/g)** | 0.037 |

Ref., reference; $r_t$, average of 9 zone sizes of reference (0.01 mcg/cc); $s_t$, average of 9 zone sizes of each standard solution; $R$, average of 36 zone sizes of all the reference; $S_t$, corrected zone size of each standard level, $S_t = s_t + (R - r_t)$; $r_p$, average of 9 zone sizes of reference placed together with sample solution; $p$, average of 9 zone sizes of sample solution; $S_p$, corrected zone size of sample solution.

* read from standard curve; ** multiplied by 5 (dilution factor).

これらのシャーレはそのまま蓋をすると，アセトンの蒸気によつて検定菌の発育が阻害されたり，凝縮水が培地の表面に落ちたりする。従つて例えばシャーレの外側に細い木枠をつくり，蓋が 1～2 mm 程度に皿と離れるように枠の高さを加減しておけば安全である。簡便にはシャーレの蓋の内側に沪紙を挿入するか，或は径 1 mm 程度の針金を狭んでおくのも一案である。

全部のシャーレは室温に約 30 分間放置した後に 30°C の孵卵器に入れ，一夜（約 18 時間）放置してから，阻止帯の直径をカリパー或は Quebec の colony counter で測定する。CTC 含量の計算法は pad plate 法の場合と全く同様であつて，修正用標準液が 0.02 mcg/cc の代りに 0.01 mcg/cc となつたことと，標準液の濃度範囲が 0.04～0.0025 mcg/cc と変つただけである。参考のために計算例を Table 1 に，標準曲線の代表的な例を Fig. 1 に示しておく。

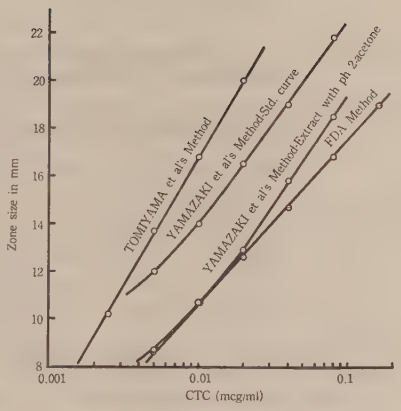



**Fig. 1.** Curves for Zone size vs. log [CTC]

## 実 験 結 果

### 1. 抽出剤の種類，pH 及び濃度と定量感度との関係

Pad plate 法ではクエン酸抽出剤が酸性燐酸加里抽出剤よりも優つていた[2]。本報の cylinder plate 法でこれらを比較してみたところ，Table 2 に示すように，全く同様な結果を示した。また興味の多いことには

**Table 2.** Effect of kinds of aqueous extractant on sensitivity (zone size in mm).

| Extractants | CTC mcg/ml | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.005 |
| | mm | mm | mm | mm |
| M/50 citrate, pH 5.7 | 20.0 | 17.3 | 14.1 | 11.2 |
| M/10 $KH_2PO_4$ | 17.5 | 14.9 | 12.5 | 11.1 |
| Water | 16.5 | 13.5 | 10.3 | neg. |

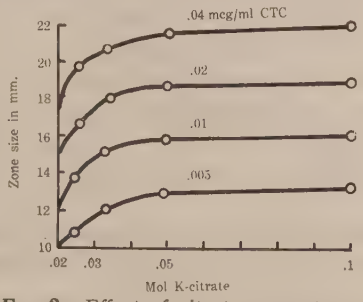



**Fig. 2.** Effect of citrate concentration on sensitivity (zone size)

**Table 3.** Effect of pH of M/50 citrate on sensitivity

| CTC | pH | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5.0 | 5.2 | 5.5 | 5.7 | 6.0 | 6.5 |
| mcg per ml | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 0.04 | 20.9 | 19.9 | 19.5 | 19.0 | 18.8 | 18.6 |
| 0.02 | 18.0 | 16.9 | 16.7 | 16.0 | 15.9 | 15.5 |
| 0.01 | 15.0 | 14.0 | 13.8 | 13.5 | 13.0 | 12.9 |
| 0.005 | 13.6 | 11.4 | 10.9 | 10.5 | 10.3 | 10.1 |
| 0 | 13.6 | 7.5 | 7.5 | 8.0 | 7.8 | 7.6 |

クエン酸緩衝液の水溶液に CTC をとかした場合には，Fig. 2 にみられるように，クエン酸緩衝液の濃度の上昇とともに阻止帯の直径が大きくなつた。

クエン酸緩衝液の pH と感度との関係は Table 3 に示してある。クエン酸緩衝液の pH によつて感度が多少変動したが，pH 5.5～6.0 の間では殆んど変動しなかつた。M/50 の緩衝液の濃度では pH 5.0 になると酸性のために盲検値が現われるが，pH 5.2 以上であれば盲検値はみられなかつた。

### 2. 抽出剤中のアセトン濃度と定量感度との関係

Pad plate 法では抽出剤中のアセトンが感度を多少高めることを報告した[2]。cylinder plate 法では

**Table 4.** Effect of acetone concentration of extractant* on sensitivity.

| CTC | % Acetone by volume | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 65§ | 55§ | 45 | 35 | 25 |
| mcg per $ml$ | mm | mm | mm | mm | mm |
| 0.02 | 25.6 | 23.1 | 21.6 | 20.1 | 18.7 |
| 0.01 | 22.1 | 20.0 | 18.6 | 16.9 | 15.6 |
| 0.005 | 18.7 | 16.9 | 15.4 | 13.4 | 12.5 |
| 0 | 15.0 | 12.2 | 10.4 | 8.4 | 7.8 |

* The extractant consisits of acetone, x, water 65 − x, and M/30 citrate (pH 5.7), 35.
§ No clear zone was observed due to poor growth of *B.* cereus.

**Table 5.** Change in sensitivity due to variation in molar concentration of citrate in presence of acetone.

| CTC | 45% acetone† | | | 35% acetone†† | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | M/10 | M/20 | M/30 | M/10 | M/20 | M/30 |
| mcg per $ml$ | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 0.02 | 21.9 | 21.9 | 21.6 | 20.5 | 20.6 | 19.8 |
| 0.01 | 19.0 | 18.7 | 18.7 | 17.3 | 17.4 | 16.9 |
| 0.005 | 17.0 | 15.5 | 15.8 | 14.6 | 14.6 | 14.1 |
| 0 | 12.4 | 8.5 | 7.8 | 8.0 | 8.2 | 7.0 |

† consists of acetone, 45, water, 65 − 45, and each citrate solution, 35.
†† consists of acetone, 35, water, 65 − 35, and each citrate solution, 35.

Table 4 にみられるように，クエン酸緩衝液が一定濃度の時，35% 以下の濃度ではアセトンの濃度の増加とともに感度が多少増加した。しかし 45% 以上アセトンが存在すると，アセトン自身による阻止帯が現われ，35% 以下の存在では阻止帯はみとめられなかつた。

### 3. 定量感度の上昇に及ぼすクエン酸濃度及びアセトン濃度の相対的効果

抽出剤中の両成分の相互濃度変化が感度の上昇にどのような影響を及ぼすかを検討した結果は Table 5 に示した通りで，アセトンの存在ではクエン酸濃度の変化の影響は著明ではなかつた。しかし一般に組織を抽出すると pH が上昇するので，盲検値を与えない範囲で濃厚なクエン酸緩衝液を用いることが望ましい。従つて抽出剤はそのアセトン濃度を 35% とし，pH 5.2 の M/10 クエン酸緩衝液を 35 容，水を 30 容混合してつくつた。実際にサバ筋肉を pH 4.8, 5.0 及び 5.2 の M/10 クエン酸緩衝液を含む抽出剤で抽出した後，アセトンを除いて pH を測定したところ，それぞれ pH 5.55, 5.61 及び 5.68 を示した。

なお，クエン酸緩衝液が感度の上昇に有効な理由はクエン酸イオンだけではなく，加里イオンも多少関与しているかと考えられたので，ソーダ塩と加里塩との種々の混合割合のもので検討してみた。その結果は Table 6 に示したようで，加里も感度に多少影響していることがわかる。

**Table 6.** Comparative effectiveness of sodium and potassium citrate* in obtaining high sensitivity.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M/10 potassium citrate | | 35 | 25 | 17.5 | 10 | 0 |
| M/10 sodium citrate | | 0 | 10 | 17.5 | 25 | 35 |
| | | mm | mm | mm | mm | mm |
| CTC mcg/$ml$ | 0.02 | 21.4 | 20.7 | 20.4 | 20.1 | 20.1 |
| | 0.01 | 18.2 | 17.4 | 17.2 | 17.0 | 17.0 |
| | 0.005 | 15.0 | 14.4 | 14.2 | 14.0 | 14.0 |

* citrate 35 + acetone 35 + water 30.

**Table 7.** Recovery of chlortetracycline by using various aqueous extractants.

| Extractant | | CTC mcg/g | | Recovery % | Sample flesh |
|---|---|---|---|---|---|
| | | included | recovered | | |
| M/10 $KH_2PO_4$ | | 0.200 | 0.150 | 75 | Horse mackerel |
| M/50 citrate | | 〃 | 0.184 | 92 | ditto. |
| M/30 citrate | | 〃 | 0.180 | 90 | Mackerel |
| 0.1% | Sodium hexametaphosphate | 〃 | 0.112 | 56 | Horse mackerel |
| 0.05% | 〃 | 〃 | 0.117 | 59 | Mackerel |
| 0.02% | 〃 | 〃 | 0.116 | 58 | ditto. |

### 4. 本法並に従来法による CTC の回収率及び感度の比較

抽出剤の種類によつて組織中に加えた CTC の回収率が異なることは pad plate 法の場合に報告した[1-2]。cylinder plate 法における回収率を同様に検討した結果は Table 7 に示す通りであつて，アジ及びサバ筋肉に添加した CTC をアセトンを含まない抽出剤で抽出した時の回収率はクエン酸緩衝液で抽出した場合が最高，次が M/10 $KH_2PO_4$ であり，0.1% ヘキサメタ燐酸ソーダが最低であつた。これらに対してアセト

**Table 8.** Recovery of chlortetracycline by using citrate-acetone extractant.

| Extractant | CTC mcg/g included | CTC mcg/g recovered | Recovery % | Sample flesh |
|---|---|---|---|---|
| 45% acetone + M/20 citrate | 0.200 | 0.201 | 100 | Mackerel[1] |
| | 0.200 | 0.176 | 88 | 〃 |
| 35% acetone + M/10 citrate | 0.200 | 0.194 | 97 | 〃 |
| | 0.200 | 0.181 | 90 | 〃 |
| | 0.200 | 0.184 | 92 | "Kidai"[2] |
| | 0.040 | 0.0413 | 103 | 〃 |
| | 0.080 | 0.0750 | 94 | "Mebaru"[3] |
| | 0.040 | 0.0399 | 100 | 〃 |
| | 0.080 | 0.0730 | 91 | "Konoshiro"[4] |
| | 0.040 | 0.0360 | 90 | 〃 |

1 *Scomber japonicus*. 2 *Chrysophrys major*. 3 *Sebastes inermis*. 4 *Clupanodon punctatus*.

ンを含む本定量法の抽出剤によつて数種の魚肉中に加えた既知量の CTC を抽出した場合には Table 8 に示すように平均 95% の回収率を示した。

**Table 9.** Change of sensitivity due to presence or absence of extractive matters of tissue.

| Extractants: Acetone | Extractants: Salt | Presence(+) or absence(−) of extractives | CTC mcg per ml: 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | mm | mm |
| 45% | K citrate | − | 23.6 | 20.6 | 17.4 | 14.4 |
| | | + | 23.7 | 20.5 | 17.5 | 14.0 |
| 35% | K citrate | − | 22.0 | 19.0 | 16.1 | 12.8 |
| | | + | 21.7 | 18.9 | 15.8 | 12.9 |
| 0 | M/10 $KH_2PO_4$ | − | 17.5 | 14.9 | 12.5 | 11.1 |
| | | + | 18.0 | 15.7 | 13.5 | 11.4 |
| 0 | 0.1% NaHMP* | − | 16.4 | 13.5 | 10.4 | neg.** |
| | | + | 17.1 | 14.5 | 11.9 | neg.** |

* NaHMP=Sodium hexametaphosphate. ** negative

なおここに注意すべき点は，Table 9 にみられるように酸性燐酸加里液或はヘキサメタ燐酸ソーダ液で組織を抽出した液に CTC をとかした場合には，抽出剤のみに同じ濃度に CTC をとかした場合に比べて同じ大きさの阻止帯を示さないことである。しかし本定量法の抽出剤の場合には，組織抽出液にとかした時も抽出剤だけにとかした時も全く同じ大きさの阻止帯を示した。

またこの抽出剤を用いると，CTC 濃度の対数と阻止帯直径との関係は Fig. 1 に示したように低濃度迄完全な直線を示した。しかし CTC を HCl-アセトン (pH 4.2) 或は M/10 $KH_2PO_4$ だけにとかした場合には，CTC の低濃度範囲では直線から偏倚するのが常であつた。

FDA 法，梅沢氏等の変法及び本法の CTC 回収率及び感度をサバ肉を用いて比較試験した結果は Table 10 のようで，本法の優秀性を明示している。

**Table 10.** Comparison of recovery and sensitivity between methods of FDA, YAMAZAKI et al and TOMIYAMA et al.

| | Recovery | Sensitivity |
|---|---|---|
| FDA | 71% | 0.005* |
| YAMAZAKI et al | 50%† | 0.005** |
| TOMIYAMA et al | 94% | 0.002 |

* Sensitivity to CTC dissolved in tissue extract with M/10 $KH_2PO_4$.

** Sensitivity to CTC dissolved in tissue extract with HCl-acetone (pH 2). A pH value of the tissue extract was adjusted to 4.2.

† YAMAZAKI et al[4] reported the recovery data of 60～100% with average of 78%.

## 考　　察

組織中の CTC を cylinder plate 法で定量する場合の抽出剤としては，米国の FDA 法では M/10 $KH_2PO_4$ が推奨されている[3]。しかし著者等は pad plate 法の場合にこの抽出剤を用いると，感度及び回収率が低いことを前報[2]で明らかにしたが，cylinder plate 法の場合でも同様な結果がえられた (Tables 2 and 7)。この外にこの抽出剤の欠点は組織エキス成分の存在によつて CTC への感度が異ることである (Table 9 参照)。従つて定量の度毎に供試組織と正確し且つ CTC を含まない組織抽出液で CTC の標準液をつくり，標準曲線をえがかねばならない不便がある。

最近，梅沢氏等[1]は GRADY and WILLIAMS[5], BROQUIST and KOHLER[6] 富山等[7] 及び ABBEY 等[8] が pad plate 法に用いた HCl-アセトン抽出剤を cylinder plate 法に直接使用している。この抽出剤を用いると低い回収率と感度とを示すことは，既に報告した通りである[2,7]。また抽出剤のみに CTC をとかしてえた標準曲線は低濃度において曲線からはずれるが，組織を抽出した液に CTC を加えた場合には低濃度直線を示すことも注意した。同様のことは本報告において M/10 $KH_2PO_4$ を用いた場合にも観察された (Table 9)。この現象は明かに抽出剤自身の水素イオンによる阻止帯のためであつて，組織抽出液では水素イオン濃度が減少するので，このような現象は認められないわけである。従つて低濃度の CTC を定量することは梅沢氏等のように，pH 4.2 のアセトンにとかした標準液で求めた標準曲線では不可能である。それだけでなく HCl-アセトン抽出剤の場合には，組織抽出液にとかした CTC は抽出剤のみにとかした同量の CTC よりも異る感度を示すので，同氏等の方法では感度の悪い状態で供試液の阻止帯を測り，これを CTC 濃度に換算する場合になかけの感度の良い状態で求めた標準曲線を用いている (Fig. 1 参照)。これは全く不合理であつて，回収率がなかけ上悪いような値となる場合が多い。また標準液自身の緩衝能は弱く，また検定菌の発育を阻害するに充分な程に酸性が強いために，僅かな pH の調節の誤りがあつても感度が変る可能性があるので，標準曲線自身のふらつきは免れない。実際に梅沢氏等のえた回収率は 60～100% と大きな変動を示し，著者等が梅沢氏等の方法でえた回収率は Table 10 にみられるように 50% に過ぎなかつた。このように根本的にあいまいな諸点を含む方法によつては，信頼性のある定量値がえられるとは思われない。

クエン酸緩衝液の濃度の上昇によつて CTC に対する検定菌の感度が著しく上昇することは興味深い。もし CTC が寒天中を滲透する場合に培地中の金属イオンとキレートするために滲透速度が減少すると考えれば，このキレーションを阻害するクエン酸イオンの濃度の上昇と共に感度が上昇することは当然である。この考え方からすれば，キレート形成を阻害する作用の小さい HCl-アセトンや酸性燐酸加里で抽出した場合に感度が劣ることは理解できる。この推論の正しさについては後報で実験的に検討したい。

ヘキサメタ燐酸ソーダを抽出剤に使用した場合に低い回収率を示したことは M/10 $KH_2PO_4$ 抽出液にヘキサメタ燐酸ソーダを加えることにより回収率を上昇させた前報の実験結果と矛盾している。恐らくはこの抽出剤によつて組織蛋白が膨潤し，CTC の吸着量を増加したものであろう。この推定の裏付けとしてはアセトンの添加により蛋白質を凝固させると，回収率が 57% から 72% に増加した事実があげられる。

Pad plate 法では HCl を含むアセトンが抽出剤として広く用いられている。本研究によると，クエン酸緩衝液にアセトンが含まれても CTC の回収率には影響しない。しかし抽出剤中にアセトンの存在することは除蛋白及び腐敗防止に有効なだけでなく，感度の上昇に多少役立つことも注意[2]及び本報で注目された。アセトン濃度 35% 以下ではアセトンにもとずく盲検値は生じないので，アセトンの存在で感度が上昇するのは，培地中の滲透速度が水溶液よりも大きいためであろうと考えられる。アセトン濃度が高いと盲検値を生じるだけでなく，ペトリ皿の気相に蒸発したアセトンのために検定菌の繁殖が著しく阻害されるので，阻止帯を測ることが困難となる。これらの困難は梅沢氏等の 65% アセトンを含む抽出剤を用いた場合に度々経験された。

以上のような検討結果から，35% のアセトンを含むクエン酸緩衝液を組織中の CTC の抽出剤に採用した。この改良した抽出剤を用いることによつてここに報告した cylinder plate 法は従来の方法に比べて著

に高い回収率と感度とに恵まれたわけである。

## 総　　括

組織中の CTC の定量法として改良 cylinder plate 法を提出し，その改良の根拠について論議した。改良の主要点は組織中の CTC の抽出剤として 35% のアセトンを含むクエン酸緩衝液 (pH 5.2) を採用したことである。

また標準曲線をつくるための CTC の標準液の作成には，CTC を含まない組織の抽出液を特別に必要としないことも一つの改良である。

本法と米国の FDA 法及び桃沢氏等の変改法とを比較検討した結果，それらのいづれよりも優つていることを明かにした。

本法によると数種の魚肉中の CTC の回収率は平均 95% であり，その感度限界は 0.002 mcg/cc であつた。

本研究の一部は日本レダリーの援助によつた。ここに謝意を表する。

## 文　　献

1) Grove, D., and Randall, A.: Assay Methods of Antibiotics, A Laboratory Manual (Antibiotics Monographs No. 2) Medical Encyclopedia, Inc., New York, N. Y., 1955.
2) 富山哲夫・津田　厚・米　康夫: 本誌, **23**, 660 (1958).
3) Department of Health, Education, and Welfare, Food and Drug Administration, Washington 25, D. C.: B. mycoides Cup Plate Method for Determination of Chlortetracycline, Tetracycline and Oxytetracycline Concentrations in Serum and Body Fluids.
4) Yamazaki, S., Nogi, M., Takahashi, S., and Umezawa, H.: J. Antibiotics, **10**, 87 (1957).
5) Grady, J. E., and Williams, W. L.: Antibiotics and Chemotherapy, **3**, 158 (1953).
6) Broquist, H. P., and Kohler, A. R.: Antibiotic Annual (1953～1954) New York, N. Y., Medical Encyolopedia, Inc., p. 409.
7) Tomiyama, T., Yone, Y., and Mikajiri, K.: Food Technol., **11**, 290 (1957).
8) Abbey, A., Darken, M. A., Kline, E. F., Kohler, A. R., Maturi, V. F., Miller, W. H. and Upham, S. D.: Antibiotic Annual (1956～1957) New York, N. Y., Medical Encyclopedia, Inc., p. 831.

# 水産動物肝臓粉末及びエキス中のビタミンB群について

宮川昭次・上野庚次郎
（東京大学農学部）（理研ビタミン油株式会社）

## B Vitamins Content of Liver Meal and Liver Extracts of Aquatic Animals

Shōji Miyagawa and Kōjiro Ueno

For the purpose of utilizing B vitamins in the liver of aquatic animals as an animal nutrient, the liver meal and liver solubles were prepared from the livers of several kinds of fish, and analyzed for the amount of B vitamins by the microbiological method.

The chopped liver was preliminarily extracted with hot water and the extractives were concentrated under reduced pressure (liver solubles). The residue was desiccated at 60~70°C under reduced pressure, and extracted with hexane to obtain vitamin oil (liver meal). The dehydration with acetone or methanol was also tried and the resulting meal was extracted with acetone or hexane (Table 1).

As seen from the table, niacin content is lower in the meal treated with acetone than that in the others. In Table 3, in which the amount of B vitamins in the liver preparations obtained from various species of fish is given, it is seen that the liver meal from tuna contained an especially large amount of B vitamins.

The liver meals shown in Table 4 were prepared without removing the extracts. The meal of fin whale showed higher values of vitamin $B_2$, niacin and folic acid, and lower value of vitamin $B_{12}$ than other meals tested. The meal of yellow fin tuna, on the other hand, contained a very notable amount of vitamin $B_{12}$, but was poorest in vitamin $B_2$ and niacin content.

It may be considered that the amount of water soluble vitamin in the liver of aquatic animals does not vary so greatly as that of vitamin A, according to the species and other conditions.

水産動物の肝臓は今日，ビタミンA・D源として重要な位置を占めているが，肝臓中には豊富なビタミンB群の存在が認められている。しかるに，実際にはビタミンA・Dの採取のみがなされて他の水溶性ビタミンが全くかえりみられずに廃棄されている。この廃棄物についての利用に関する研究は山田等[1]によって行なわれているが，著者等はビタミン油製造に際して廃棄せられる部分のビタミンB群を蛋白源として高度に利用することを考え，先ず廃棄される部分より製造した粉末及びエキス中の $B_2$，ナイアシン，$B_{12}$，葉酸，コリン等の定量を行つた。尚肝臓中には文献上 $B_1$, $B_6$，パントテン酸等の全ビタミンを含有するもこれ等に就ては定量しなかつた。

## 実　　験

### I 試料調製

試料は冷凍肝臓を使用した。肝臓エキスの製造は，先ず生肝臓を細切し，原料と同量の水を加え，80°C で煮沸し，蛋白を凝固せしめた後圧搾して搾汁を採取し，減圧濃縮してエキスとした。肝臓粉末は上記の如く処理した生搾渣をコルベンに入れ 20~50 mm，60~70°C の条件で 6~7 時間減圧乾燥を行い，溶剤（n-ヘキサン）を原料 1 kg に対し 2.5 l 加え 1 昼夜浸漬溶剤を濾別してビタミン油を採取した後，残

1958 年 3 月 8 日受理

渣を加熱乾燥して製造した。又一部の試料については減圧乾燥によらず溶剤による脱水を次のごとく行つた。原料の2倍量のアセトン又はメタノールを加え，2時間放置し圧搾機にかけて溶剤を除去し，同様な操作を2回繰返し行つた後圧搾残渣を n-ヘキサン又はアセトンを加え前述の方法で処理し肝臓粉末とした。

### II 定量法

ビタミンB群の定量はすべて微生物定量法に従つた。即ち，定量に使用した菌株は $B_2$ に於ては *Lactobacillus casei* ATCC 7469[2]，ナイアシンは *Lact. arabinosus* ATCC 8014[3]，$B_{12}$ は *Euglena gracilis* ATCC 10616[4]，葉酸は *Streptococcus faecalis* R[5]，コリンは *Neurospora crassa cholineless mutant* No. 34486[6]である。尚定量操作は菌の部にあげた文献にそれぞれ従つた。

## 実験結果

上記の試料調製法に従つてえられたナガスクジラの肝臓粉末及びエキス中のビタミン $B_{12}$，ナイアシン，葉酸の含量を測定した（第1表及び第2表）。

**Table 1.** B-vitamins content of the fin whale liver meal. (on dry basis)

| Sample | | Drying method | Defatting solvents | $B_2$ | Niacin | $B_{12}$ | Folic acid | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mg% | mg% | γ% | mg% | |
| Arctic ocean | | Vaccum | Hexane | 5.5 | 9.8 | 31.7 | —— | 5 g of lecithin was added per 100 g of meal |
| | | Dehydration with acetone | Acetone | 6.5 | 5.7 | 30.8 | —— | —— |
| | | Dehydration with methanol | Hexane | 6.2 | 12.9 | 23.4 | —— | —— |
| Antarctic ocean | A | Vaccum | Hexane | 4.3 | 10.3 | 58.1 | 0.10 | —— |
| | B | Vaccum | Hexane | 5.1 | 10.0 | 16.2 | 0.39 | —— |

**Table 2.** B-vitamins content of the fin whale liver solubles. (on dry basis)

| Sample | | Drying method | $B_2$ | Nicin | $B_{12}$ | Folic acid |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mg% | mg% | γ% | mg% |
| Arctic ocean | A | Vaccum | 37.1 | 169.1 | 127.9 | 4.34 |
| | B | Dehydration with acetone | 30.3 | 245.3 | 45.0 | 3.24 |
| Antarctic ocean | A | Vaccum | 33.4 | 151.5 | 72.3 | —— |
| | B | Vaccum | 16.3 | 92.1 | 98.5 | —— |

次に各魚種について，肝臓粉末及びエキスの生原料に対する収量とB群の含有量の比較を行うため，ホンマグロ，トンボマグロ，キハダマグロ，サバ，カツオの5試料（昭和30年7月焼津市場水揚）について測定を行つた（第3表）。尚表に示したコンキリザメは常法によりアルカリ消化を行いビタミン油を採油した廃液を濃縮したもので比較のため魚種は異なるが記載した。

以上の実験に於いては肝臓を粉末とエキスに分別して測定したが，次には肝臓粉末の利用の便宜を考慮に入れ，ビタミン含量のより高い粉末を得るためエキスを採取せずにそのまま乾燥脱脂した。かくして得た製品のビタミン含量を測定した（第4表）。

**Table 3.** B-vitamins content of the liver preparations of different species of fish

(on dry basis)

| | Kind of fish | Ash | Yield | $B_2$ | Niacin | $B_{12}$ | Folic acid | Choline |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % | % | mg% | mg% | γ% | mg% | mg% |
| Liver meal | ホンマグロ tuna | 9.19 | 17.4 | 5.73 | 18.56 | 144.1 | 0.79 | 627 |
| | トンボマグロ long-fined albacore | 7.30 | 14.0 | 5.46 | 18.68 | 80.2 | 0.34 | —— |
| | キハダマグロ yellow-fin tuna | 3.60 | 18.1 | 4.60 | 22.05 | 102.0 | 0.33 | —— |
| | サバ mackerel | 4.15 | 6.08 | 4.94 | 19.07 | 69.7 | 0.36 | 600 |
| | カツオ bonito | 3.68 | 13.0 | 6.36 | 21.18 | 94.4 | 0.37 | —— |
| Liver solubles | ホンマグロ tuna | 4.58 | 15.0 | 10.1 | 67.58 | 322.0 | 4.32 | —— |
| | トンボマグロ long-fined albacore | 4.62 | 15.2 | 9.56 | 59.61 | 222.0 | 1.61 | —— |
| | キハダマグロ yellow-fin tuna | 4.32 | 17.7 | 7.58 | 64.16 | 250.2 | 1.32 | —— |
| | サバ mackerel | 5.94 | 16.8 | 8.30 | 54.62 | 165.7 | 1.18 | 1170.9 |
| | カツオ bonito | 4.65 | 13.7 | 12.30 | 71.21 | 167.7 | 1.92 | —— |
| | ヨシキリザメ* blue shark | 22.05 | —— | 2.40 | 25.18 | 118.7 | 0.89 | 866.6 |

* The liver solubles prepared with the alkali-digestion method from the waste liquid in vitamin oil manufacturing process.

**Table 4.** B-vitamins content of the liver meal* (on dry basis)

| Kind of fish | Yield | $B_2$ | Niacin | $B_{12}$ | Folic acid | Choline |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | mg% | mg% | γ% | mg% | mg% |
| サガスクジラ fin whale | 24.3 | 7.98 | 44.76 | 219 | 5.67 | 825 |
| キハダマグロ yellow-fin tuna | 28.2 | 3.23 | 19.85 | 1065.0 | 1.75 | 772 |
| ホンマグロ tuna | 35.0 | 5.54 | 30.6 | 155 | 1.57 | 756 |
| ホンマグロ** tuna | —— | 5.53 | 31.0 | 148 | 2.37 | 839 |

* Without removing the water soluble fractions, the dehydrated livers were extracted with fat-solvent.

** This meal was analyzed after a lapse of one year.

## 考　　察

第1表に示されたB含量に対する溶剤の影響を見ると，同一の北洋ナガスクジラをアセトンで乾燥，乾燥脱脂したものがナイアシンのみ少なく，メタノール処理後ヘキサン脱脂を行つたものではビタミン $B_1$ が少なく他はそれ程の影響を受けていない様に思われる。又南氷洋産の2つの個体について同一条件で処理したものでも $B_{12}$ 等は3倍程の差が認められた。

第2表に示された南氷洋ナガスクジラの個体差によるものでは $B_2$ 等は2倍のちがいがあり差がある事が認められた。

第3表の内，先に粉末について魚種別で比較すると良質は 6% から 18% まで変化があるが，又ビタミン $B_2$ の含量のみは少く 4.60～6.36 mg% の間であり，ナイアシンは 18.56～22.05 mg% で大きいが，$B_{12}$ はホンマグロが 144.1 γ% と非常に多くサバはその半分以下であり，キハダ，トンボはその

にある。葉酸もホンマグロに多く他は何れもその半分以下である。次に肝臓粉末の調製時に得たエキスについて見ると収量は 14～18% で殆んど差違なく，$B_2$ 含量はカツオが 12.3 mg% で最も高くホンマグロ，トンボ，サバ，キハダ（7.58 mg%）の順に低い。ナイアシンもカツオが最も多く 71.21 mg%，最少はサバで 54.62 mg%，即ち魚種別の差は少い。之に反し $B_{12}$ は魚種による差が著しく最高ホンマグロの 322.0 γ%から最低サバの 165.7 γ% までである。葉酸はホンマグロのみ高く（4.32 mg%）他は殆んど同様で 1.92～1.18 mg%である。以上を総括して見ると本実験範囲内ではホンマグロが粉末，エキスともビタミン含量が多く最も利用価値が高く之に次いでカツオ，キハダではないかと思われる。なおアルカリ消化法を用いたヨシキリザメのエキスは著しく劣つている。

エキス分を除かずに製造した肝臓粉末に於いては $B_2$ はクジラが最高，キハダはその半分以下で最低，ナイアシンもクジラが最高，キハダが最低で半分以下であるが $B_{12}$ はキハダに著しく多くクジラの殆んど5倍に達し，葉酸はクジラが他の2倍以上で最高を示している。以上の如くビタミンの種類によつて魚種間に含量の差があるので如何なるビタミンに重点を置くかにより評価は異るが飼料として考える場合 $B_{12}$ が比較的重要と思われるので，この点よりすれば本実験結果ではキハダが利用価値が高いといえるであろう。

しかし魚類のビタミン含量は年令，魚獲期，魚獲場所，鮮度等多角的要素に支配されるから以上の結果を以て直に一般的結論とすることは慎しまなければならない。ただ水産動物肝臓の水溶性ビタミン含量はビタミンA程魚種その他の条件による相違で異らないものと考えられる。

## 要　　約

ビタミン油製造に於ける廃棄物よりエキス及び乾燥粉末を製造しそれらのビタミン $B_2$，ナイアシン，$B_{12}$，葉酸，コリン等の含量を微生物定量法により測定した。

その結果，各魚種による肝臓のビタミンB群含量の差異は脂溶性ビタミンのそれ程大きくないことが判つた。

脱脂粉末の飼料的価値を考える場合，ビタミンB群の内，$B_{12}$ が重要と思われるがその点でキハダが最も含量多く利用価値が高いものと思われる。

終に臨み，御懇切なる御指導と報文の御校閲を賜つた東大農学部森高次郎教授に厚く感謝する次第である。

## 文　　献

1) 川田　寛・片谷健一・高橋　喬・栗山英彌：日水会誌，**21**，503 (1955).
2) A.O.A.C.: 778 (1950).
3) A.O.A.C.: 782 (1950).
4) S. H. HUTNER: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **69**, 279; **70**, 118 (1948).
5) A.O.A.C.: 830 (1955).
6) 森高次郎・鴻巣章二・宮川昭次：日水会誌，**23**，282 (1957).

# 甲殻類肉蛋白のアミノ酸組成について*

鴻巣章二・香取進一・秋山明子・森高次郎
(東京大学農学部)

# Amino Acid Composition of Crustacean Muscle Proteins

Shōji Kōnosu, Shin-ichi Katori, Teruko Akiyama and Takajiro Mori

Succeeding to the previous papers[1,2], in which the amino acid composition of fish muscle proteins was given, the present paper deals with that of crustacean muscle proteins.

Eighteen amino acids in proteins, prepared from the muscles of three species of crustacean, were determined by the ion exchange column chromatographic method, and the results obtained are tabulated in Table 3.

The pattern of amino acid distribution in these proteins was relatively uniform, as it was found to be so for fish, whereas some slight differences were observed on several amino acids. The amount of arginine was the most variable, ranging between 6.29% (blue crab) and 9.03% (prawn).

The content of glycine, alanine, leucine, tyrosine and phenylalanine of crustacean muscle proteins was almost at the same level as those of the ordinary muscle proteins of fish.

The crustacean muscle showed a higher value of the acidic amino acids, glutamic and aspartic acids, and a lower value of valine, isoleucine, threonine and lysine as compared with the fish muscle.

The muscle protein of the blue crab contained 1.61% of tryptophan, and the value was the highest throughout the fish and the crustaceans thus far tested in our study.

魚類肉蛋白の化学的特性或いは栄養学的価値を明かにし，更に分類学上の差によるアミノ酸組成の相違の有無等を調べるため，先に 10 数種の魚類肉蛋白について微生物定量法によつてアミノ酸組成を分析したが[1,2]，日常食用とする代表的下等水産動物についても同様の研究を行つて，上記の目的を一層広範囲に及ぼし度いと考えた。今回はそのうち甲殻類についての研究結果を報告する。

甲殻類筋肉のアミノ酸含量については数種のアミノ酸に関する断片的な報告しかなく[3~6]，しかもその分析結果を比較して見ると非常に区々なので，これらの結果を基にして栄養価並びにアミノ酸組成の特徴を論ずることは出来ない。

そこで著者等は甲殻類よりクルマエビ，イセエビ及びカザミの3種を選び，肉蛋白の 18 種のアミノ酸含量を測定したが，分析法は前回までの微生物定量法に代えてイオン交換樹脂カラムクロマトグラフ法を用いた。この方法は現在アミノ酸の分析法としては最も精度が良いとされているからである。

なお栄養価を論ずる場合には蛋白を分離せず，エキス分も含んだ筋肉について分析を行うべきであるが，エキス成分には生理学的並びに食品化学的に興味深い問題が多いので別途に分析を行うこととした。そのうちクルマエビエキス中のアミノ酸含量についてはすでに報告した[7]。

## 実 験 方 法

### 試　料

クルマエビ (*Penaeus japonicus*)　1956 年 5 月中伊豆漁港魚市場で生きたものを入手した。体重 60 g 前

1958 年 3 月 13 日受理

* 本報告の一部は 1957 年 10 月 9 日日本水産学会秋季大会（函館）において発表した。

後で 12 匹を用い尾部筋肉を採取した。

イセエビ (*Panulirus japonicus*)　1956 年7月上旬千葉県小湊産，体重 70 g 前後のもの 30 匹を用いた。漁獲後直に尾部筋肉を採取しドライアイスで凍結し，実験室に持帰つた。

ガザミ (*Neptunus trituberculatus*)　1957 年7月下旬築地魚市場で入手した。体重 300～400 g のもの8匹より頭胸部及び脚部の筋肉を採取した。

**肉蛋白の調製**

各筋肉をそれぞれホモヂナイズし，一部を一般分析に供し，残部で肉蛋白を調製した。即ちクルマエビ及びイセエビはホモヂナイズした筋肉に約 3 倍量の 80% エタノール (v/v) を加え浴温 80°C で 30 分間，時々攪拌しつつ抽出，抽出液を減圧沪過し残渣を再び同様に抽出した。合計3回エタノール抽出を繰返した後残渣を乾燥，粉砕しエーテルで完全に脱脂して供試肉蛋白とした。(クルマエビのアルコール抽出液は合して減圧でアルコールを溜去後エーテル処理してエキスとし，加水分解前後の遊離アミノ酸を測定した[7]。)

ガザミはホモヂナイズした筋肉を前報[1] と同様に水浸漬後煮沸及びエタノール抽出を3回宛繰返した後上記の如く粉砕，エーテル処理した。

**加水分解**

肉蛋白に 20 倍量の 3N 塩酸を加え封管中で 121°C, 10 時間加圧分解した後，グラスフィルターで沪過し減圧濃縮を繰返して塩酸を除き水に溶して一定容とした。

トリプトファン定量用のアルカリ分解は GREENE の方法[8] に従つてバリタで分解し，硫酸でバリタを除去した後，硫酸バリウムの沈殿を数回温湯で洗滌し，洗滌液を主液と合して濃縮し一定容とした。

**アミノ酸の分離**

STEIN & MOORE の方法[9]に従つた。シスチンは SCHRAM の方法[10]に従つてシステイン酸に酸化して分離した。

**アミノ酸の比色定量**

YEMM & COCKING の方法[11]に従つた。各アミノ酸の呈色比は前報[12]の通りである。

**一般分析**

常法に従つた。なお蛋白態窒素は STUTZER 法により測定し，6.25 を乗じて蛋白含量とした。

## 実験結果及び考察

鮮肉の一般分析の結果及び調製肉蛋白の全窒素並びに粗灰分はそれぞれ第 1，2 表の如くである。

またアミノ酸の溶出曲線の一例を第 1，2 及び 3 図に，肉蛋白のアミノ酸組成を第 3 表に示した。

第1図に見られる如くチロシンとフェニルアラニンはほぼ完全に分離されたが，グルタミン酸とプロリン及びグリシンとアラニンの分離が不完全であつた。

第3表において先ず甲殻類3種の各アミノ酸含量を比較すると，先の魚類肉蛋白のアミノ酸組成[2] で魚種間に顕著な相違が認められなかつたと同様，甲殻類の間でも可成り近似したアミノ酸組成を示している。即

**Table 1.** Composition of the fresh meat.

| Species | Moisture | On moisture-free basis (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (%) | Crude Ash | Crude Fat | Total-N | Crude** Protein | Protein-N* | Protein** |
| クルマエビ Prawn | 75.26 | 6.73 | 1.27 | 15.04 | 94.00 | 11.31 | 70.67 |
| イセエビ Lobster | —— | 8.10 | 1.46 | 15.24 | 95.25 | 9.98 | 62.38 |
| ガザミ Blue crab | 80.15 | 7.99 | 0.52 | 13.86 | 86.61 | 9.83 | 61.44 |

* by STUTZER'S method

** N×6.25

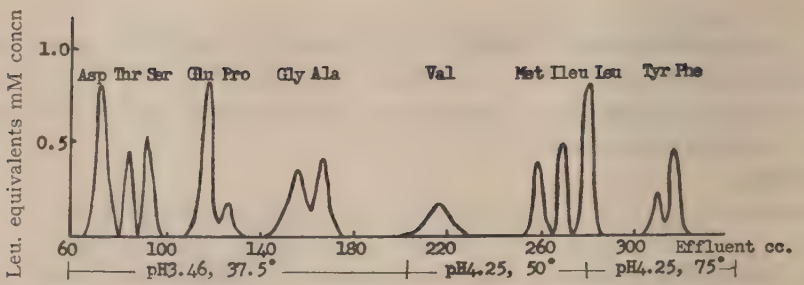



Fig. 1. Elution of amino acids from Dowex 50-X8 column (0.9×100 cm.). A hydrolysate from 4.21 mg. of the lobster muscle protein was chromatographed.

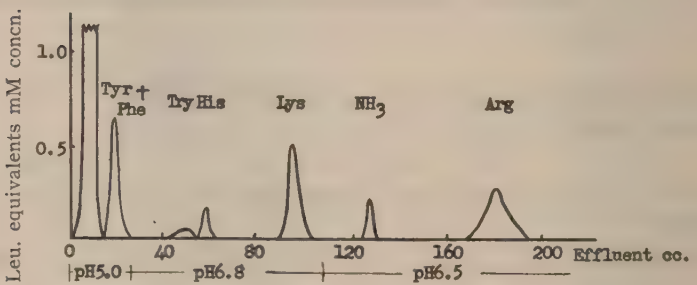



Fig. 2. Elution of the basic amino acids from Dowex 50-X8 column (0.9×15 cm.) at 25°C. A hydrolysate from 4.39 mg. of the prawn muscle protein was chromatographed. For tryptophan assay, an alkali hydrolysate was chromatographed separately.

Table 2. Crude ash and total-N in the muscle protein.
(On moisture-free basis (%))

| Species | Crude Ash | Total-N | Total-N on ash-free basis |
|---|---|---|---|
| クルマエビ* Prawn | 2.94 | 15.65 | 16.13 |
| イセエビ* Lobster | 2.99 | 15.26 | 15.72 |
| ガザミ** Blue crab | 0.43 | 16.53 | 16.60 |

* Homogenized muscle was extracted with hot 80% EtOH followed by ether.
** Homogenized muscle was extracted with boiling water, EtOH and ether.

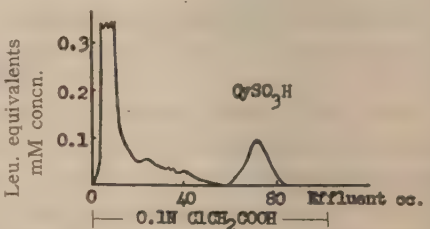



Fig. 3. Elution of cysteic acid from Dowex 2-X 10 column (0.9×15 cm.). A hydrolysate from 9.27 mg. of the oxidized crab muscle protein was chromatographed.

もグリシン (4.6~4.7%), アラニン (5.7~6.0%), バリン (4.4~5.0%), ロイシン (8.6~9.0%), セリン (4.2~4.9%), メチオニン (2.8~3.2%), アスパラギン酸 (11.7~12.3%), チロシン (4.1~4.7%), フェニルアラニン (4.4~4.8%), リジン (8.9~9.5%), ヒスチジン (1.9~2.4%) など大半のアミノ酸がそれぞれ相似た値を示している。一方やや含量を異にすると思われるものはイソロイシン, スレオニン, グルタミン酸, プロリンで, 特にアルギニンはクルマエビの 9.0%, イセエビの 7.4%, ガザミの 6.3%と可成り著しい差が認められ, またトリプトファンはエビ類が 1.0% 程度でほぼ含量が同じであつたが, ガザミは 1.6% と高い値を示した。

**Table 3.** Amino acid composition of crustacean muscle proteins*.
(Grams per 16 grams of nitrogen)

| Amino acid | クルマエビ Prawn | イセエビ Lobster | ガザミ Blue crab | 魚類[1,2] Fishes |
|---|---|---|---|---|
| Glycine | 4.65 | 4.63 | 4.72 | 3.0～5.5 |
| Alanine | 5.96 | 5.92 | 5.72 | 5.1～7.3 |
| Valine | 4.39 | 4.47 | 4.96 | 5.6～9.3 |
| Leucine | 8.62 | 8.60 | 8.96 | 7.4～9.4 |
| Isoleucine | 3.82 | 4.08 | 4.65 | 5.0～7.9 |
| Serine | 4.18 | 4.92 | 4.88 | 4.6～5.5 |
| Threonine | 4.10 | 4.37 | 5.17 | 5.2～6.0 |
| Methionine | 2.83 | 3.22 | 2.99 | 3.1～3.7 |
| Cystine | 1.14 | 1.34 | 1.65 | —— |
| Aspartic acid | 11.70 | 12.33 | 11.95 | 6.2～11.5 |
| Glutamic acid | 17.51 | 16.95 | 16.17 | 13.4～16.9 |
| Tyrosine | 4.09 | 4.11 | 4.69 | 3.5～4.6 |
| Phenylalanine | 4.42 | 4.72 | 4.76 | 3.4～5.2 |
| Proline | 3.66 | 3.41 | 4.50 | 2.9～4.2 |
| Tryptophan | 1.00 | 0.95 | 1.61 | 1.1～1.4 |
| Arginine | 9.03 | 7.39 | 6.29 | 5.9～6.9 |
| Lysine | 9.42 | 9.52 | 8.89 | 9.9～11.8 |
| Histidine | 1.92 | 2.15 | 2.37 | 2.2～3.9 |
| $NH_3$ | 1.30 | 2.05 | 1.67 | —— |
| N recovered (%) | 97.28 | 99.70 | 97.68 | —— |

* See foot-notes in Table 2.

これらの結果を 2, 3 の文献の値と比較してみると，波多腰[3] はクルマエビ，イセエビ，ニシキガニのメチオニン及びスレオニンを定量し無水蛋白中メチオニンは 2～3%，スレオニンは 3%内外と報じている。同報告には窒素含量がないため正確な比較は出来ないが，著者らの結果はスレオニン含量がやや高い。

また BEACH[4] は shrimp 筋肉の 9 種のアミノ酸を分析しているが，アルギニン，リジンなどを除き，本実験のクルマエビの結果と可成りよく一致している。然しながら MASTER[5] の微生物法による prawn 及び lobster 筋肉のアミノ酸（必須アミノ酸を含む 12 種）定量の結果によると，上記 2 種のエビ類の各アミノ酸含量の差は，著者らのクルマエビ及びイセエビ間の差に比して可成り大きく，また例えば MASTER は prawn のメチオニン，リジン，ロイシン，トリプトファン，チロシン含量をそれぞれ 4.6, 18.5, 14.3, 0.4, 1.0 %と報告しているが著者らのクルマエビの結果はそれぞれ 2.8, 9.4, 8.6, 1.0, 4.1%の如く各測定値間の相違は極めて著しい。MASTER は蛋白を分離せずに筋肉そのものを加水分解しているので上記の数値にはエキスアミノ酸も含まれている筈である。しかし著者らの場合クルマエビエキスのアミノ酸の定量結果[7] を綜合してみても上記の差を説明し得なかつた。用いる試料によつてエキスアミノ酸量がかなり異なり，これがエキス分を含んだ試料を分析する場合に大きく影響を及ぼすとしても，同じエビ類のアミノ酸組成がそれ程異なるということは一寸考えられない。

第 3 表に比較のため先に微生物定量法により分析した魚類普通肉蛋白のアミノ酸含量[1,2] を掲げた。これらの値と甲殻類のそれとを比較するとグリシン，アラニン，ロイシン，チロシン，フェニルアラニンはともにほぼ魚類と同程度の含量を示し，またセリンはクルマエビを除き，プロリンはガザミを除きやはり魚類とほぼ同含量である。しかしながらバリン，イソロイシン，スレオニン，リジンは共通して甲殻類に少く，ヒスチジン及びトリプトファンはエビ類に少ない傾向が見られた。これに反し第 3 表の魚類のグルタミン酸含量のうち 16.9%という値は淡水魚の一例のみで，他の海産魚のグルタミン酸含量は 13.4～15.7%でこの値と比較するとアスパラギン酸及びグルタミン酸の両酸性アミノ酸は何れも甲殻類に多い。またアルギニンはエビ類特にクルマエビに著しく多かつた。

なおガザミのトリプトファン含量は 1.61% であつたが，これは現在までに分析した魚類，甲殻類を通じて最も高い値であつた。

## 要　　約

イオン交換樹脂カラムクロマトグラフ法によりクルマエビ，イセエビ，ガザミの肉蛋白のアミノ酸組成を分析した。

甲殻類種の肉蛋白アミノ酸組成は各種魚類肉蛋白相互間に見られた如く比較的近似していた。

魚類肉蛋白の各アミノ酸含量と比較するとバリン，イソロイシン，スレオニン，リジンは共通して甲殻類に少ないが，グルタミン酸及びアスパラギン酸は甲殻類に多い傾向が認められた。


## 文　　献


1) 松浦文雄，・鴻巣章二外3名: 本誌，**20**，941 (1955).
2) 鴻巣章二外4名: 本誌，**21**，1163 (1956).
3) 波多腰ヤス: 日農化，**27**，795 (1953).
4) E. F. Beach, B. Munks and A. Robinson: J. Biol. Chem., **148**, 431 (1943).
5) F. Master and N. G. Magar: Ind. J. Med. Res., **42**, 509 (1954).
6) J. W. Airan and A. Thomas: J. Univ. Bombay, **22**, Part 3, 61 (1953).
7) 鴻巣章二・秋山明子・森高次郎: 本誌，**23**，565 (1958).
8) R. D. Greene and A. Black: J. Biol. Chem., **155**, 1 (1944).
9) S. Moore and W. H. Stein: ibid., **192**, 663 (1951).
10) E. Schram, S. Moore and E. J. Bigwood: Biochem. J., **57**, 33 (1954).
11) E. W. Yemm and E. C. Cocking: Analyst, **80**, 209 (1955).
12) 須山三千三・鴻巣章二: 本誌，**23**，555 (1958).

# 抄　　録

**カワハギの背鰭に対するテストステロンの影響**　S. Ishii & N. Egami: *Annot. Zool. Japan*, **30**, (2), 77～82 (1957).　カワハギの♂の背鰭第2軟条，或は第1及び第2軟条，又は第2及び第3軟条は糸状に伸長しているが，♀では認められない。三崎近海産の 85 個体に就き，性別・体長別に伸長軟条との関係を調べた。♂でも体長 10 cm 以下では其の不出現率は 100%であるが，体長の増大するにつれその値は減じ，20 cm 以上のものでは 0 %となる。体長 11～17.5 cm で背鰭軟状の伸びていない 22 個体を任意4群に別け，テストステロンを団子状にして皮下に移植し，或は胡麻油にといて腹腔内に注射して其の影響を試験した。テストステロンの処理1カ月後に於いて♂♀共第2軟条の伸びたものが多いが，中には第1或は第3軟条，或は之等両者が第2軟条と共に伸びた個体がある。効力は移植の方が注射より大きかつた。尚被移植♂個体の輸精管の直径は，対照個体のそれの約3倍に発達し，内部には多数の精子が充たされていた。 2表・13 図並に文献7篇を附す。(妹尾)

**トロール漁具における模型網の応用**　W. Dickson: *International Fishing Gear Congress*, 1957 paper No. 7.　漁具（曳網）の水中での型については水中撮影により 1952 年以来或程度の仕事が為されて来た。大型トロールでは，視程の小さいイギリスの海域にあつては，この方法では漁具に関する観察印象が少いこと，潜水夫の危険が伴うことがある。 1954 年に模型の観察が始つたのはこれ等の困難を克服する為で，機械器具による実物網の測定が同時に行われて，模型による可能性の見込が検討された。模型のスケールの決め方には種々の条件が付せられる。著者はスケールの小さい模型網の製作と操作を支配する法則をきめた。しかし流体力学的に考え，材料の違い等を考慮するとき模型法則の妥協点が設けられねばならぬ。模型は西部スコットランドの海域で操作された。潜水者は実物網では網成りをゆがめずに網に懸ることが出来るが，模型では許されないので曳索にぶら下がり水中写真がとられた。網の設計上その歪みをさける意味で，設計の型は網が漁獲している状況での型に出来るだけ似せることがよい。模型網を観察してもつとも張力のかかる場所，その為の網糸張力の不均衡を無くする目安が得られ，観察により外観の欠点を改良することも出来，その他模型により水中での型（主として網のふくらみと彎曲）の主要な点が観測された。同時に魚の網に対する行動を観察した。小さな網によつて知られた魚群の行動の情報は，同じ網目を持つ大型網に対するそれを推定することができる。要するに合理的な漁具の設計に対して補助として modelling の価に信頼を置くことができること，この方法と計測操作とは補助的なものであり，比較漁法の試験の代りとしての意味は持たないことを知るべきである。(野村)

**抗生物質によるコイの伝染性腹水病の防除**　W. Schäperclaus: *Zeit. f. Fischerei*, Band 5 Heft 1/2, 3～59 (1956).　コイの腹水病防除方法，抗生物質の本症に対する適用性を検討し，6種の抗生物質を用い，*Pseudomonas punctata* に対する静菌作用を稀釈テストによりしらべた。 Penicillin G は 65 $\gamma$/m$l$ でも成長阻害せず，Streptmycin は 50 $\gamma$/m$l$ 以上で完全阻止，Chloromycetin は 3 $\gamma$/m$l$ で阻害，Actinomycin は 100 $\gamma$ m$l$ 以下では無効，Citrinin は 200 $\gamma$/m$l$ でも完全には阻害しない，Patulin は 12 $\gamma$/m$l$ で完全阻害を示した。これ等抗生物質のコイ（300 g）に対する毒性は Penicillin 103 万単位 (788 mg) でも大した障害なく，Streptmycin は 454 mg，Actinomycin は約 5 mg，Bitrinin は 10～20 mg，Patulin は 20 mg でそれぞれ致死的である。Chloromycetin (d 塩) は 300 mg でも致死的でないが $l$ 塩は 300 mg で致死的，200 mg では毒性を示さず。*Pseudomonas punctata* とコイに対する毒性の差異から，本症には Streptmycin と Chloromycetin が適用可能である。Chloromycetin は作用顕著で廉価，且つ煮沸，金属との接触，長期保存にたえ，溶液として作用有効である。 抗生剤処理によりコイの損害は無処理では 79～80% (収量 0～10 kg/ヘクタール) から 6～13% (収量 188～238 kg/ヘクタール) となる。ワクチン投与は Streptomycin，Chloromycetin の作用を増強しない。水槽実験で *Pseudomonas* 接種コイに対する抗生物質の作用をしらべた。 Streptomycin 6～12 mg 腹腔内注射は感染後 6 h. 以内なら確実に有効。Chloromycetin (d 塩) 0.2～1.0 mg 腹腔内注射も有効，池でも低温ならば 2～3 週間予防作用がみられる。径口，径肛門投与も同様有効，又 $l$ 塩も同様有効。苦味が強いのにも不拘，容易に飼料として投与出来る。又 d, $l$ 塩共に溶液 (80 mg/$l$) として 8 h 以上作用有効で安定である。本処理による耐性菌の出現，コイの食糧品的価値の低下，腸内細菌死滅による害など心配の要なし，経費は腹腔注射で 2～3 ペーニッヒ，溶液は6回位使用しうる。この腹水病は Virus によるものでなく，*Pseudomonas punctata ascitae* による感染の結果生ずる。(浅野)

**オキシテトラサイクリン感受性菌と耐性菌との酸の生成及び燐の代謝に於ける相異**　K. M. Shahani and W. J. Harper: *Applied Microbiology*, **6**, 9～14 (1958).　牛乳倍養した *Streptococcus lac-*

*tis* 10 A のオキシテトラサイクリン耐性株は感受性株と同様の発育を示すが，酸の生成量が少い。耐性株は感受性株に比し燐酸塩代謝に於て明かな差異を示した。耐性株の酸の生成は glucose-1-phosphate 及び fructose-1,6-diphosphate を培地に添加することにより大いに促進された。$P^{32}$ を用いた研究によると耐性株は感受性株よりも燐の摂取が相当遅い。クロマトグラフ分析を用いた観察は耐性株では糖燐酸エステルの合成過程に阻害を生じていることを示した。(堀江)

**抗生物質に依る鱈の鮮度保持について** B. A. SOUTHCOTT, E. G. BAKER, J. W. BOYD and H. L. A. TARR: *Food Technology*, **12**, (2) 108～110 (1958). Tetracycline group の抗生物質 Chlortetracycline (CTC), Oxytetracycline (OTC), Tetracycline (TC) の鮮度保持効果の比較を鱈 (*Ophiodon elongatus*) を用いて処理方法の異る3つの場合即ち魚を切身として 1.5 ppm の上記3種の抗生物質溶液に1分間浸漬し，水切り後ポリエチレンの袋に入れて一定温度に貯えた場合（Ⅰ）と内蔵を除去した鱈を 5 ppm の抗生物質を含む氷で氷蔵した場合（Ⅱ）と更に 1.5 ppm の抗生物質を加えた3％食塩水を 0～−1°C に保ちこれに内蔵を除去した鱈を浸漬して貯えた場合（Ⅲ）を比較した。鮮度保持効果の判定は生菌数，総菌数及び官能検査によつた。(Ⅰ)，(Ⅱ) の場合には明らかに CTC が OTC 及び CT に比し優れていたが，(Ⅲ) の場合は細菌的に著しい差異は見られなかつたが官能的には CTC が OTC 及び CT より優れていることを認めた。(野中)

**CTC に依る牡蠣の鮮度保持について** A. F. NOVAK, E. A. FIEGER and M. E. BAILEY: *Food Technology*, **12**, (5) 237～239 (1958). Chlortetracycline に依る牡蠣の鮮度保持効果を次の各種の場合について比較した。(Ⅰ) 牡蠣2部を 10 ppm CTC 溶液3部に3分間浸漬し，3分間の水切り後缶につめて砕氷中に貯えたものと，同時に抗生物質溶液の替りに3部の水に浸漬した対照とを pH，ドリップの量，細菌数及び外観検査等に依つて比較した。(Ⅱ) 又 10 ppm CTC 溶液の替りに 20 ppm CTC 溶液を用いて（Ⅰ）と同様に処理した試験区及び対照区のものをカートン・ボックスにつめて（Ⅰ）と同じ検査に加えて Trimethylamine をも測定した。(Ⅲ) 更に1部の牡蠣を1部の水に3分間浸漬し2分間水切したものを対照とし，水の替りにそれぞれ 20 ppm CTC 溶液，CTC-Kelco gel (Kelco gel; 55.0 g，酒石酸カリ; 10.0 g，クエン酸; 25.0 g，CTC; 0.0964 g，水; 1.25 *l*) を用いた試験区と更に CTC-Kelco gel を含む容器中に牡蠣を浸漬したものを砕氷中に貯えたものについて，外観，臭気，色調，蒸煮した時の減量，菌数等を検査した。この結果 (I)，(II)，(III) のいづれの場合でも3週間の貯蔵後に於いて CTC 処理したものが対照区に比して細菌数は少なく外観は優れ又 CTC を 10 ppm 使用したもの（Ⅰ）より 20 ppm 使用したもの（Ⅱ）の方が優れていた。又実験（Ⅲ）に於いてより多くの CTC を牡蠣の表面に保たせるために用いた Kelco gel が酸性であるため2週間後には牡蠣は酸臭や酸味を呈し品質は著しく低下したが細菌の発育を阻止する効果は充分にあつた。尚更に凍結状態 (0°F) にて実験したが結局 20 ppm CTC 溶液に漬した場合が最も良好であつた。(野中)

**缶詰原料としての鮭に対する抗生物質の応用 II. 化学的及び細菌学的検討** J. A. STERN, H. L. LIEBMAN, G. KUDO, J. CHAPEL, R. A. OLSEN, L.L. FARBER and M. GRENNAN: *Food Technology* **12**, (3), 132～137 (1958). 缶詰原料としての鮭の鮮度保持試験を抗生物質 Oxytetracycline (OTC)，Chlortetracycline (CTC) にて行つた。OTC 及び CTC の各種濃度の溶液中にラウンドの鮭を浸漬し一定温度のブライン (32, 40, 50°F) 中に貯蔵したもの（Ⅰ）と抗生物質溶液を種々の方法で噴霧し室温 (65±5°F) に貯えたもの（Ⅱ）の各々を原料として缶詰と冷凍魚を製造し，缶詰については揮発性還元物質，全揮発性塩基，トリメチルアミンを測定，冷凍魚については揮発酸，揮発性塩基，総菌数，生菌数を測定したところ，抗生物質は OTC でも CTC でも鮮度保持効果に差異はなく濃度は 5 ppm で充分であり，この条件で貯蔵すれば無処理のものに比して 1.5 倍貯蔵期間を延長し得ることを認めた。勿論このことは貯蔵温度に影響され，温度が高ければ貯蔵期間は短縮される，又これらの鮭を原料とした缶詰からは抗生物質は検出されなかつた。(野中)

**燐酸塩による加熱調理肉の酸化防止** M. J. TIMS and B. M. WATTS: *Food Technology*, **12**, 240～243 (1958). 加熱調理した肉製品の調味は冷蔵庫内でも数時間というように急速に低下する。酸化的油焼を 2-thiobarbituric acid (TBA) 試薬ではかると TBA 価の増加と風味の低下は平行する。この油焼は高度不飽和酸を含んでいる肉とはかぎらず試験した凡ての肉（豚，牛，鶏，羊等）で起る。TBA 価の増加は加熱した肉の場合に起り，生肉では認められない。燐酸塩のこの加熱肉の酸化を防止する効果を調べたところピロ，トリポリ及びヘキサメタ燐酸塩は効果があるが正燐酸塩は効果がない。

アスコルビン酸を燐酸塩と併用すると強力な抗酸化力をもちシネリギストとして働く。(岡田)

**2-Thioborbituric Acid 法による水産製品の油焼けの測定 II. Malonaldehyde の定量的測定** R. O. SINNHUBER & T. C. Yu: *Food Technology*, **12**, 9～12 (1958). 脂肪を含む食品は酸化的油焼ける起すと malonaldehyde またはその誘導体を生成する。malonaldehyde は 2-thiobarbituric acid (TBA) と反応して赤色反応物を形成する。malonaldehyde を定量的に測定するため標準物

として安定な 1,1,3,3 tetraethoxypropane (TEP) を用いる方法を考案した。TEP を塩酸で加水分解すると定量的に malonaldehyde を生じ TBA と反応して最大吸収 535 mμ の赤色反応物を与え，呈色の強さは TEP 濃度に比例する。1000 g 試料中の melonaldehyde の mg 数を TBA 数とする。この方法で凍結マグロスクラップ中の自動酸化を追跡し，また酸化防止剤の効果を調べた。(岡田)

**水産動物の蓄積脂肪中の脂肪酸の来源とその同化作用：ボラ (*Mugil cephalus*) の蓄積脂肪に対する餌料の影響について** P. B. KELLY, R. REISER and D. W. HOOD: *J. Am. Oil Chemist's Soc.* **35** (5), 189～191 (1958). 水産動物の蓄積脂肪が餌料によつて影響されるということは容易に想像されるが，この点を明らかにするためボラを用いて実験した。同じ大きさで同じ条件の 3 つの水槽中で体長が 3～6 インチのボラを脂肪及び脂肪酸を除いた餌料にて 12 日間飼つた後，この 3 つの中の第 1 の水槽のボラを引き続き同じ餌料にて，第 2 の水槽は脂肪を含有しない餌料に 10 % の鰊油を乳化混合した餌料にてまた第 3 の水槽はやはり脂肪を含有しない餌料に 10%の Wessen Oil (綿実油を精製したもの) を乳化混合した餌料にて夫々 102 日間飼い 102 日目に殺して，脂肪をクロロホルムにて抽出しベックマン分光々度計で吸収曲線を求め脂肪酸の組成を調べた。また第 1 の実験と餌料の与え方を逆にして第 2 の実験を行つたが結果は同じであつた。即ち脂肪や脂肪酸を含まない餌料にて飼つたボラはその体油中の高度不飽和脂肪が減少したが，しかし完全に消失しない。また体油の性質は著しく餌料に影響される。例えば鰊油のような典型的魚油を含む餌料を与えると，ボラの体油中に鰊油の性質が認められる。結局ボラは体内で綿実油中の Dienoic acid を少量ではあるが Tri⁻, Tetra⁻, Penta⁻ Hexaenoic acid に変ずることは出来るが，普通にボラの体油中に見出されるような多量の高度不飽和脂肪酸を体内で合成することは出来ない。(野中)

**炭酸ガス下の蛋白の溶解度** M. A. MITZ: *Biochemica et Biophysica Acta*, **25**, 426 (1957). $CO_2$ が水溶液中の蛋白の溶解度を増大せしめ，ある場合には不溶性のものを可溶にすることを観察した。例えば血清アルブミンの 30 % 水溶液やヘモグロビンの 2 %水溶液は普通に得られないか，または標品の磨砕及び注意深い攪拌等を必要とするが，$CO_2$ 下ではこれらの水溶液が簡単に得られた。この事実はカラムクロマトグラフィーにも応用し得る。即ち血清 γ-グロブリンはアミノセルローズのカラムから $CO_2$ 飽和水によつて溶離せしめられ，溶離液から $CO_2$ が失われるにつれてグロブリンの沈澱が生じた。同様な操作によつて $CO_2$ 飽和溶離液からある蛋白 (Kidney tissue preparation) の結晶が得られた。この蛋白は今まで結晶化をなし得なかつたものである。尤も $CO_2$ によつて可溶化されないグロブリンもある。$CO_2$ との相互作用によつて受ける蛋白の化学変化は普通の物理的方法では検知し得ず，溶解度，電気泳動的性質，吸収スペクトル等には如何なる変化も認められなかつた。以上の結果は水の中で非常に僅か水和またはイオン化する $CO_2$ がその中の蛋白の溶解度に非常に大きい可逆的効果をもたらすことを示唆している。(橋本)

**凍結並びに貯蔵中における魚肉アクトミオシンの化学的変化** H. L. SEAGRAN: *Food Research*, **21** (5), 505～509 (1956). 漁獲後 6 時間経過した yellow striped rockfish (ヨロイメバルに似た魚) のフィレーをアルミニウム箔で包装し，4°C で 24 時間放置して硬直を通過させた後 −30°C で凍結し，かつ，その温度で貯蔵する際のアクトミオシンの SH 基，粘度，溶解性の変化について研究している。その結果アクトミオシンは，凍結後直ちに解凍 (0～4°C の冷蔵庫に 16 時間放置) しても抽出量に変りはなく，活性 SH 基は全 SH 基の 52.4%から 55.6%に増加するに過ぎないが，貯蔵期間が長いと (1.5 時間より 300 日まで) 抽出量は徐々に減少し，SH 基は 66 % まで増加する。然し固有粘度は 1.5 時間経過した時に急に値が低下し，以後は大略その値を保つている。一方，死直後の未凍結試料を 0°C に 8 日間放置した時の固有粘度の変化を測定しているが，1 日で急に値が落ち，その後はほぼ一定であつた。(須山)

**ニシン肉の揮発性アミン** R. B. HUGHES: *Nature*, **181**, 1281～1282 (1958). ニシン肉の揮発性アミンを A. T. JAMES 等 (1952) のガスクロマトグラフ法により定量した。漁獲直後の筋肉は生肉 100 g 中(以下同じ)$NH_3$ (Ⅰ) 20 mg, トリメチルアミン (Ⅱ) 1 mg を含むが，モノメチルアミン (Ⅲ) 及びジメチルアミン (Ⅳ) はない。頭部及び内蔵を除去した魚体を 10～12°C に放置して時間経過に伴う変化を見ると，Ⅳは 0 から 90 時間後には 8 mg 増加し，Ⅲは 56 時間後に初めて検出され 4 日後に 1 mg 増加する。

肉片をガラス封管中で 120°C，5 時間加熱すると，Ⅲは 1 mg しか生成しないが，Ⅳは可成り多量に (25.6 mg) 生成し，Ⅰも 29.4 mg 増加する。

E. B. VAISEY (1956) はトリメチルアミンオキサイド (Ⅴ) は水溶液中 22～24°C でシステイン，ヘモグロビン，$Fe^{++}$等により急速に還元され主としてⅡを生ずるが，Ⅳも可成り生成することを見ている。鮮度低下肉におけるⅣ生成の機構については明確でないが，加熱肉においては上記の如き反応によつてⅤからⅡ及びⅣが生ずることは殆んど間違いない。また加熱肉のⅠの来源は明かでないが，エキス中に多量に存在するクレアチン，ヒスチジンの如き N 化合物が加熱により急速に分解するので(未発表) これからⅠが生ずるのかもしれない。(鴻巣)

**各種脊椎動物の Nucleohistone の比較生化学** R. VENDRELY, A. KNOBLOCK and H. MATSUDA-

IRA: *Nature*, **181**, 343 (1958). 犢の胸腺，肝臓及び腎臓，鯉，鱒，カマス，蛙，鶏及び家鴨の赤血球から SIGNER & SCHWANDER 法 (1949) で分離した各 nucleohistone の加水分解液のペーパークロマトグラムは驚くべき一致を示し，またアルギニン，ヒスチジン及びリジンの定量結果(定量法不明)を非常に近似していた。(鴻巣)

**コイ肉を緩慢凍結した時の nucleotide の消長** T. SAITO and K. ARAI: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **73**, 315～319 (1958). コイ肉を−8°C で5時間貯蔵して凍結せしめた後，その過塩素酸抽出液中の nucleotide をイオン交換クロマトグラフィーにかけると6分画 (A～F) に分れた。対照の鮮肉の場合にも6分画に分れたが，そのうち分画 E (ADP) 及び F (ATP) が多かつたのに反し，凍結肉では分画 E は可なり減少しておりまた F は殆んど消失した。しかし分画 D は著増しており C (AMP らしい) も多少増大した。この分画 D から得た物質がイノシン1燐酸 (IMP) であることを次のようにして確認した。即ち，(1) 種々の pH での吸収極大波長及び吸光比が標準 IMP とほぼ一致した。(2) イノシン燐，五炭糖，燐酸の分析値 (モル) が 1:1:1 であつた。(3) 本物質及びこれから得た塩基をペーパークロマトグラフィーにかけたところその Rf 値が夫々標準 IMP 及びヒポキサンチンの値によく一致した。以上の結果は鮮肉を緩慢凍結するとき肉の凍結の進行と共に筋肉収縮が起り，これが完全に凍結するまで(約5時間後)続くため ATP，ADP 量が激減して AMP 量が増えるが AMP は生成されるや直ちにその deaminase によつて IMP に変えられこるとを示すものと考えられる。(橋本)

**軟体動物より 2-Aminoethanesulphinic acid (Hypotaurine) の分離** S. SHIBUYA and S. OUCHI: *Nature*, **180**, 594～550 (1957). イガイの1種 (*Septifer virgatus* (WIEGMANN)) の身全体を水と共にミキサーで磨砕しエタノールで除蛋白する。抽出液を Amberlite IR-120, IRC-50 及び IR-4B で処理し不純物の大部分を除く。再び IR-120 に吸着せしめ 0.01 N 塩酸で溶出し，溶出液を減圧濃縮しエタノールを添加，空気と接触を断つて氷室に放置すると無色の結晶を生ずる。収量：1 kg から約 30 mg.

本結晶はニトロプルシッドソーダ反応陰性，ヨードアザイド反応陽性で，過酸化水素で酸化すると容易にタウリンを生ずる。また3種の溶剤による Rf 及び元素分析結果ともに Hypotaurine のそれと一致する。

BERGERET (1951) は肝臓アセトン粉末の作用で Cysteinesulphinic acid より Hypotaurine の生ずることを示し，AWAPARA (1953) は $S^{35}$–Cyesteine を注射した白ネズミの肝臓から $S^{35}$–Hypotaurine 及び $S^{35}$–Taurine を分離しているが，前駆物質を投与しない天然の生物から直接本物質を分離した報告は未だない。Hypotaurine の如き酸化され易い物質が比較多量に存在することは興味深い。(鴻巣)

**生物学的試料中の Ca の焔光分析** T. Y. TORIBARA, P. A. DEWAY, & H. WARNER: *Analytical Chemistry*, **29**, 540～3 (1957). 試料 (例えば血清) に3塩素酢酸を加え，遠心分離して除蛋白の後に蓚酸アンモニウムを加え Ca を沈澱させ，これを HCl で溶して 620 mμ において焔光分析を行う。標準液は 4 p.p.m. の Ca を含むものを用い，光度計の感度の変動を防ぐために試料の前後に行う標準液の分析値に差がないときに値を読む，理論値に対する収量が 100 % に達しないことが多い原因を検討した結果，0.001～0.1 N の HCl は過少値を与え，同じ濃度の $HNO_3$, $HClO_4$, 蓚酸は過大値を与えるが，$NH_4^+$ は 0.0002 M 程度で分析値を著しく抑制することが認められた。また $HNO_3$ も $NH_4^+$ と共存すると却つて抑制的となる。除蛋白を行わないと Ca を沈澱させるときに誤差が入るが，除蛋白を行つても Ca の沈澱の不完全による誤差は除くことが出来ない。Ca の 10 倍量までの Mg の共存は妨害にならない。諸種の誤差を除去するために分析の条件を定め，補正係数を掛けるとこの分析法の誤差は2％に止まり，EDTA 等による直接滴定法の誤差数 10 % にまさる結果がえられた。(松本)

**魚肉の圧出液-V. フィレーを片側から凍結した場合に起る細胞の破損** R. M. LOVE: *J. Science of Food and Agriculture*, **8** (4), 283～242 (1957). タラのフィレーを用い凍結速度と細胞の破損の関係を調べた。フィレーを Al 板上に 8～9 層積みかさね下部より冷却することにより凍結速度を連続的に変える。凍結速度はフィレーの中心部が 0° から −5°C に冷却されるに必要な時間で表わし，細胞の破損の程度は圧搾汁中の deoxypentose nucleic acid (DNA) 量で測定する。DNA–凍結時間の曲線には3つのはつきりした山が認められる。即ち凍結時間 27 分，75 分及び 125 分以上で細胞の損傷が大きくなる。この内 75 分で凍結した筋肉の顕微鏡観察からこの速度では細胞内凍結が細胞間凍結に移行することが認められた。他の速度でおきた細胞の損傷は今後続報で論ずる予定である。(岡田)

# 雑　　録

## ○七月役員会

1. 開催日　昭和 33 年 7 月 29 日
2. 場　所　東京水産大学大会議室
3. 出席者　田内会長，森副会長，関根編集長，外 14 名
4. 議　事

a. 学術会議員選挙有権者の資格審査について

日本農学会会長より，明年末に行われる学術会議員選挙において選挙有権者の資格審査を厳正公平なものにするため，下記分類に従つて資料の提出依頼を受けた。

記

1) 有資格者申請のカードに記載する研究論文ならびに業績報告については次のように分類して御報告願いたい。

第 1 類：各学会が業績の判定に全く問題なしと認める学術雑誌，大学紀要，彙報，研究所および試験場等の報告類

例：育種学雑誌，遺伝学雑誌．Cytologia，日本作物学会紀事，北海道大学農学部紀要，農業技術研究所報告

第 2 類：通俗的な記事が多いが，中には原著と認められるものが掲載される雑誌類

例：農業及び園芸，農業技術，植物防疫

備考：各学会における判定でそれぞれ学会において疑問のあるものは現物をそえて御報告願い度い。

第 3 類：業務行程，設計書，特許等は別個に審査したいから，関係ある学会ではその掲載される書名のリストと共に現物を御提出願い度い。

2) 口頭発表については，日本農学会加盟の各学会またはこれに準ずる公的な学会の大会，例会，地方支部大会等の席上発表されたものは認定し，私的な会合（例えば一機関の研究会等）は認定しないことにしたいから，各学会ごとに大会例会等の公的な講演会を御報告願い度い。

以上の件につき，各評議員並びに理事の方々に御協力を願い予め調査せる本学会関係の資料を事務局で整理統合し，この結果について本役員会で討議を行い，上記分類に従つて本学会としての回答書の作製を行つた。

b. 入会希望者承認　個人 6 名

## ○関東支部例会

### ○昭和 33 年 5 月 27 日　於．東京水産大学

1. マフグに寄生せるチョウ Argulus の一種について　松永順夫（千葉実隅高校）
2. カタクチシラスにおける脊椎骨数の算定について　林繁一・鈴木秀彌（東水研）
3. カタクチシラスの異常椎骨について　鈴木秀彌・大橋博（東水研）
4. 放流された fingerling（マス）の生残の原因について　小野寺好之（淡水研）

### ○昭和 33 年 7 月 22 日　於．東海区水研

1. 血合筋肉の化学的研究—XI．マグロミオグロビンのアミノ酸組成

鴻巣章二・橋本周久・松浦文雄（東大農）

# 正　誤　表

Vol. 24, No. 3

| 頁 | 誤 | 正 |
|---|---|---|
| 201 上 15 行 | 3.5~4.5 | 3.5~4.0 |
| 204 下 11 行 | 3.5~5.0 | 3.5~4.0 |

昭和三十三年八月二十日　印　刷
昭和三十三年八月二十五日　発　行

第二十四巻　第四号

本号定価 130 円
(送料別)

編集兼発行者　関　根　　隆
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発　行　所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529番
電話 (45) 2200 番

印刷者　笠　井　康　頼

印刷所　株式会社 国際文献印刷社

発売所　株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0931

# 東京湾におけるカタクチイワシの游泳層について

井 上 実・小 倉 通 男
(東京水産大学)

# The Swimming-Water-Depth for Anchovy Shoals in Tokyo Bay

Makoto Inoue and Mitio Ogura

In this paper, the author analysed both the record of fish finder and the data of catch attained at the same time by a sardine purse seine boat operated in Tokyo Bay during 1950～1957, and the following results are obtained;

1) The depth of water where anchovy shoals swim tends to change with hour of a day, becoming rather shallow in the morning and in the evening as compared with in the daytime.

2) The depth of anchovy shoals in the water differs depending on fishing ground and weather but does not vary with size of fish and seasons.

東京湾のカタクチイワシについて，魚探機の記録から游泳水深の時刻による変化を調べ，更に游泳水深が魚体の大きさ，漁場，天候，季節によつて相違するかどうかを検討した。

**資料**: 此処に採用した資料は，館山を根拠とするイワシ揚繰漁船勝丸のブラウン管映像の昭和 25 年4月～同 28 年2月の模写 Fig. 1. (1～10*)，及びイワシ揚繰網漁船大正網丸の昭和 30 年 11 月～同 32 年2月の記録紙〔Fig. 2 (1～3)〕である。

ブラウン管の映像では魚群の下面が判然としないので，上面の深さをとり，記録紙の場合は横田[1]にならつて両面の深さをとつた。又1日のうち時刻と游泳水深との関連を示すため，同日に於ける測点の多い場合を Fig. 1. (1～10) に実線で図示した。

魚群の上面は平均 10 m 前後と推定されるので，海底の影響を避けるために水深 20 m 以浅の場合は省き，又 120 m 以深では記録紙の目盛が変つて魚群の深さが不正確になるので省いた。従つて Fig. 1～2 に取扱つたのは水深が 20～120 m の海における魚群の深さである。又 Fig. 1. には魚体の大きさを大，中，小の3つに区分し，東京湾を館山湾 (A)，浦賀水道 (B)，内湾 (C) の3海区に区分し，魚体の大きさ別，海区別の游泳水深を示した。尚資料数は次の通りである (Table 1, 2)。

**Table 1.** Number of data of anchovy belonging to different classes of size

| Size of fish \ Fishing ground | A | B | C | Total |
|---|---|---|---|---|
| Small (3.75～7.12 g) | 377 | 111 | 19 | 507 |
| Middle (7.50～12.75 g) | 232 | 258 | 34 | 524 |
| Large (>13.12g) | 41 | 56 | 0 | 97 |
| (Sardine) | 2 | 40 | 0 | 42 |
| Total | 652 | 465 | 53 | 1170 |

**Table 2.** Number of data of anchovy caught in different weathers

| Fishing ground \ Weather | Clear | Thin cloud | Cloud | Total |
|---|---|---|---|---|
| A | 248 | 176 | 228 | 652 |
| B | 188 | 109 | 176 | 465 |
| C | 22 | 13 | 13 | 53 |

1958 年 5 月 20 日受理

* Fig. 1. に示すべき資料は 41 例あるが，ここでは 10 例を挙げた。

§ 游泳水深の時刻による変化

Fig. 1. (1～10) をみると，大体の傾向としてどの月でも，魚群の深さが時刻によつて変り，朝方は浅くて 5 m 前後を，日中は深くて 10 m 前後を，夕方はごく浅くて水面近くに魚群が見出されるといえる。最大の水深は 25 m である。Fig. 2. (1～3) をみると，魚群の下面も上面も同様に時刻で変るが，魚群の厚さ即ち上下両面の間隔は日中は，いく分大きいといえるようである。

§ 魚群の游泳水深に関係する要因として，魚体の大小，漁場，季節，天候が考えられる。(水温も当然考えねばならないが，これは季節による影響のうちに含まれるとみることが出来よう) 資料 1170 個には魚体の大小別，漁場別，月別（季節別）の游泳水深が記録されているが，この資料から直ちにこれらの諸要因に

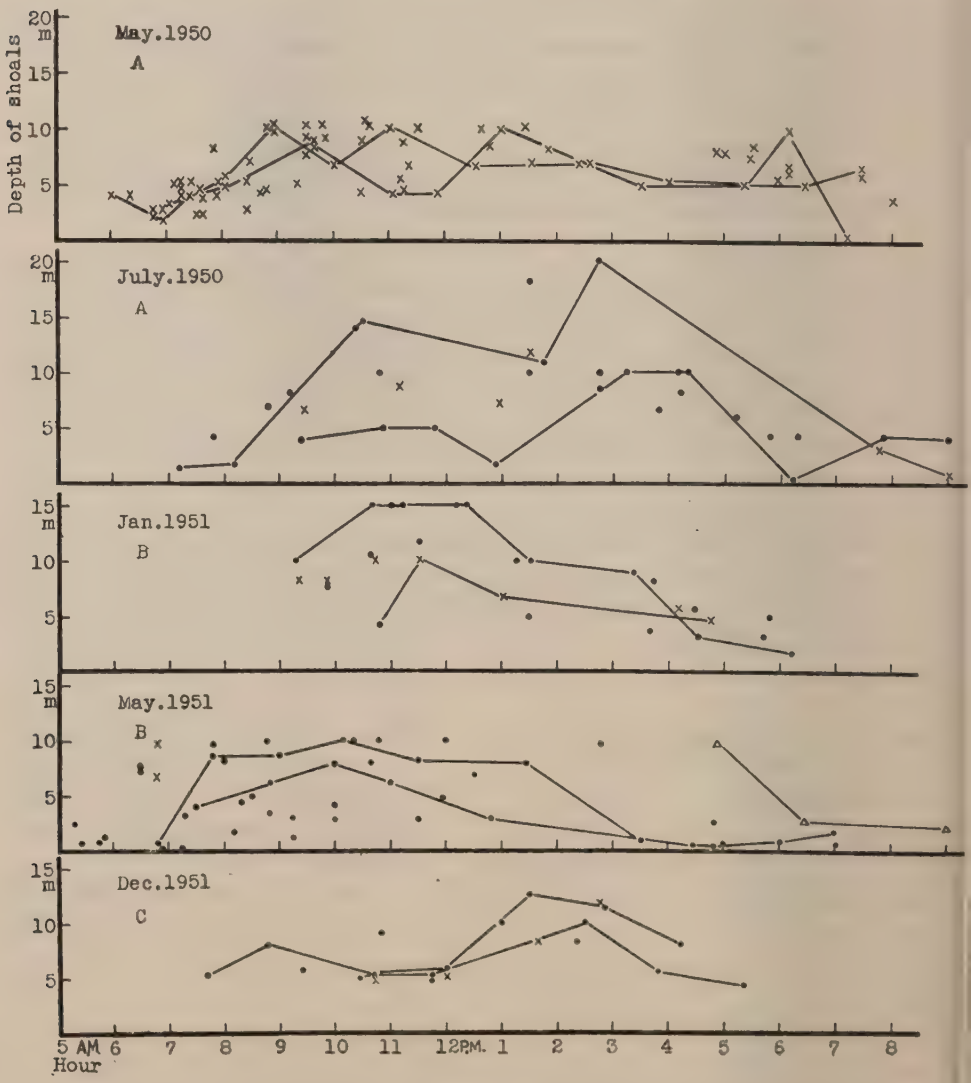



Fig. 1-1.

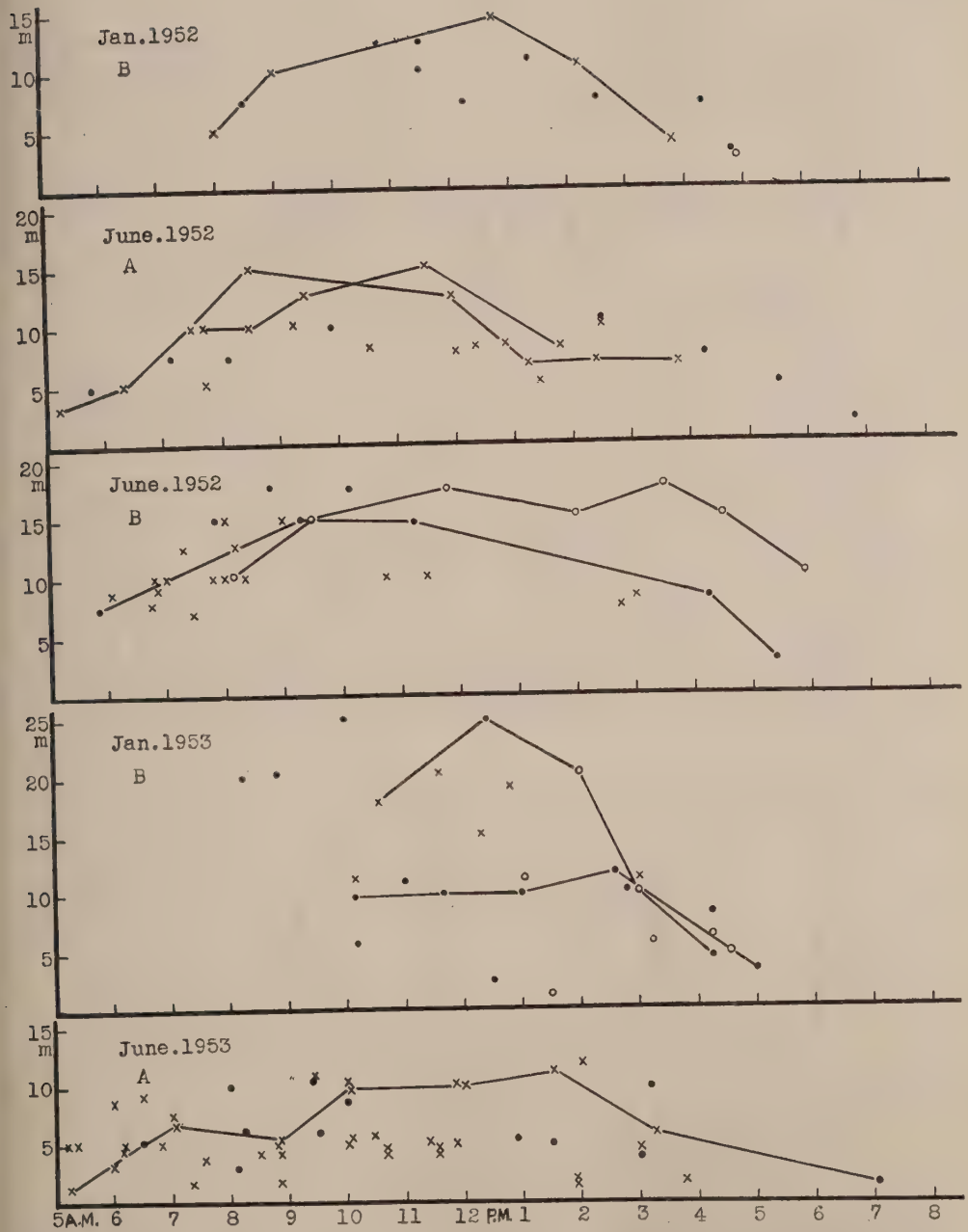



**Fig. 1-2.** The depth of anchovy shoals in each hour of the day measured from the image in a Brown tube style fish finder. (1~10)

Note: Abscissa, hours of the day; ordinate, swim-depth.
A—Tateyama B—Uraga Channel C—Tokyo Inland Bay
×—Small size fish ●—Middle size fish ○—Large size fish
Solidline: Some examples of the horizontal migration of anchovy in a day

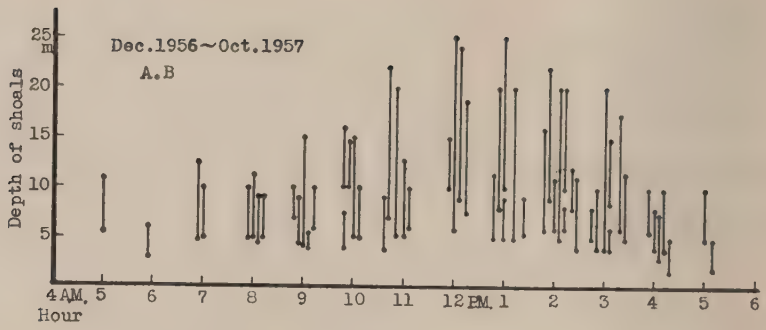



Fig. 2-1.

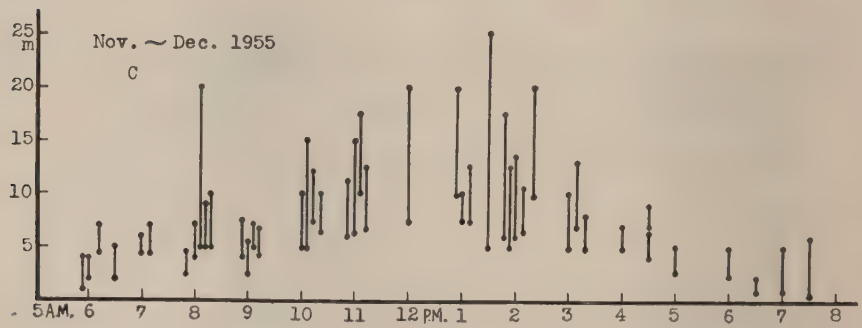



Fig. 2-2.

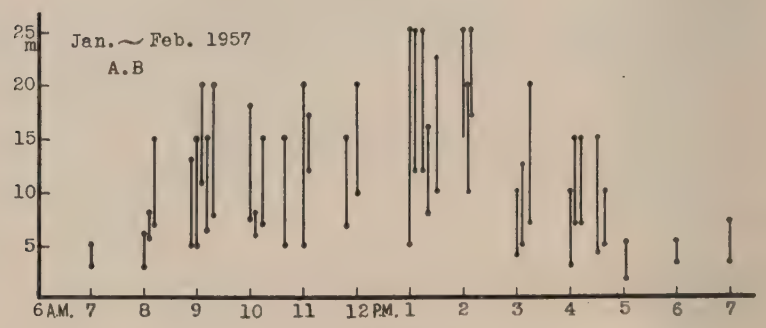



Fig 2-3.

**Fig. 2.** (1～3) The depth of anchovy shoals in esch hour of the day indicated by a Recording fish finder.

Note: The top marks show the upper layer of anchovy shoals in the water and the bottom marks the lower layer.

遊泳水深が影響される全貌を知ろうとすると混乱を招くので，整理の都合上全資料から，ある期間の時刻別の平均の深さをとりあげ，之について，魚の大小別，海区別，季節別，天候別の比較を行うことにした。この場合，例えば，魚体の大小別の遊泳水深を調べる際は，厳密には海区，季節，天候等の魚体の大きさ以外の要因のすべて等しい場合についてのみ比較すべきであるが，そのような取扱いでは資料数と極めて少くなるので，ここでは1つの要因の影響を調べる際，他の要因の影響は無視し大凡の傾向のみを調べることにした。

**1) 魚体別の游泳水深**

まず，魚体の大きさによる游泳水深の違いを調べるため昭和 25 年6月～同 26 年5月及び昭和 26 年9月～同 27 年8月の2カ年の A・B 漁場の資料を魚体の大きさ別に時刻別の平均游泳水深を求め Fig. 3. を得た。

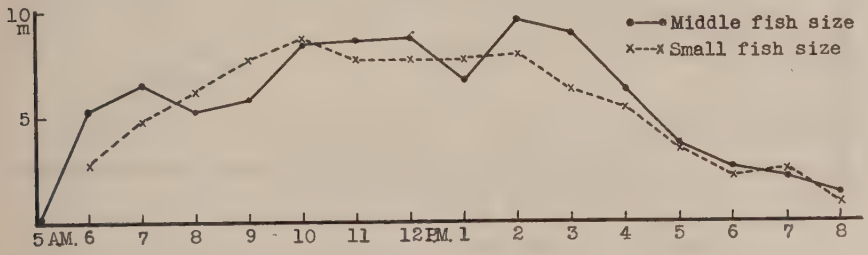



**Fig. 3.** The depths of anchovy shoals in the water shown for middle size fish and small ones.

ここで魚群の大きさの区分は次のようである。小型群 1.0～1.9 匁，中型群 2.0～3.4 匁，大型群 3.5 匁以上。この図によると，小型群も中型群も時刻別の游泳水深には大差がないようである。尚大型群は資料が少ないので省いた。

**2) 海区別の游泳水深**

昭和 25 年5月～同 28 年6月の全資料を，A・B 前記両海区について，比較した結果を Fig. 4–1 に，A・C 両海区について共通な3カ月（昭和 25 年 12 月，同 26年9月，同 26 年 12 月）の比較を Fig. 4–2 に示した。これに依れば，館山湾 (A) と浦賀水道 (B) とでは時刻別の游泳水深は殆んど違わないが，内湾ではいく分群が浅いようである。

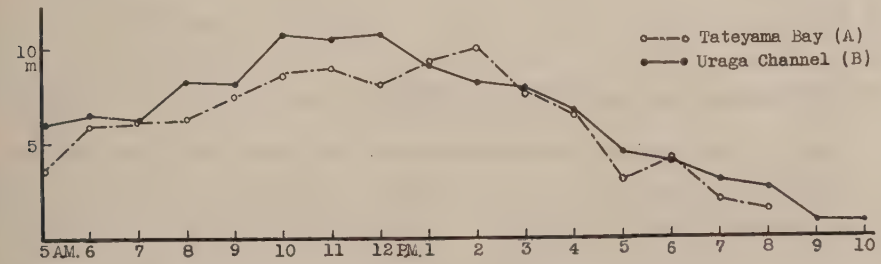



**Fig. 4–1.** The depths of anchovy shoals in the water in Tateyama Bay (A) and Uraga Channel (B), respectively (March 1950～June 1953)

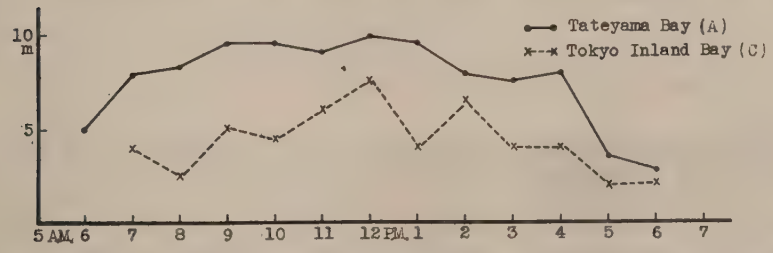



**Fig. 4–2.** The depths of anchovy shoals in the water in Tateyama Bay (A) and Tokyo Inland Bay (C), respectively (Dec. 1950, Sept. 1951, Dec. 1951)

### 3) 季節別の游泳水深の違い

12 月～2 月，3 月～5 月，6 月～8 月，9 月～11 月の 4 期に分け，季節別游泳水深を Fig. 5. に比較し

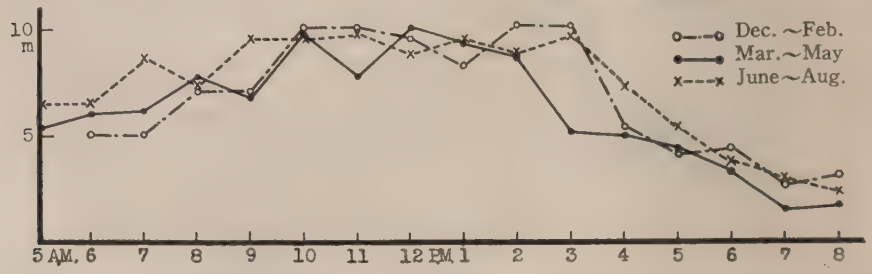



**Fig. 5.** Seasonal variation of the depth of anchovy shoals in the water (March 1950～June 1953)

た。但し 9～11 月は資料が少ないので省いた。この図から游泳水深は季節により始んど差がないことが判り，従つて水温には余り影響されないものと考えられる。

### 4) 天候別の游泳水深の違い

昭和 25 年 4 月～同 27 年 7 月の館山測候所午前 10 時の天候の記録を，晴（快晴・晴），半晴（薄曇・高曇），曇（曇・雨）との 3 つに区分し，館山湾における魚群の游泳水深との関係を調べ Fig. 6. を得た。

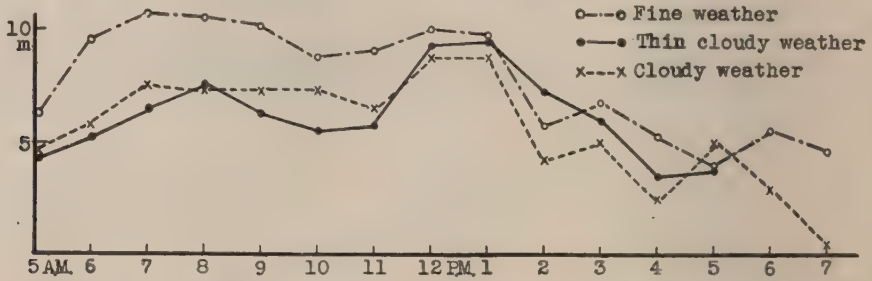



**Fig. 6.** The dependence on weather of anchovy shoal depth (March～Dec. 1950)

この図に依れば，晴天と曇天とではやや差があり，晴天の方が游泳水深は深くなることが判る。これは東海区水産研究所の報告[2]に記載された日本海のマイワシの場合と一致する。半晴については，はつきりしない。

この結果，魚群の游泳水深は大体の傾向として，朝，夕方は浅く，日中はやゝ深く魚体の大きさや，季節には影響されず，漁場も，東京内湾では幾分浅くなるようであるが，他の漁場では違いはないことが判つた。ただ，天候には幾分影響されるようである。尚，この結果，魚体の大きさ別，季節別，漁場別による游泳水深の違いを調べる際にも，天候の影響を考えた方がよいわけであるが，Table 2. の漁場別の資料のように；晴天，曇天の頻度数は魚体の大きさ別，季節別の場合でも，ほゞ等しいことが推察され，且つ資料数も多いので，その影響は平均されるものとみて，大凡の傾向を調べる場合には必ずしも考慮しなくともよいと思われる。

終りに御懇切なる御指導並びに論文の御校閲を賜つた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士，及び資料収集に御援助を頂いた，館山市揚繰網船主，鈴木，藤田両氏に深謝する。

## 文　　献

1) 横田滝雄：日向灘豊後水道のイワシ類の研究，南海区水産研究所報告，昭和 28 年
2) 東海区水産研究所，漁具漁法部：水中の明るさと大羽鰮の游泳層，フリント報告，昭和 31 年

# 東京湾におけるカタクチイワシの「セリ」,「ハネ」の現象について

井 上 実・小 倉 通 男
(東京水産大学)

# The Characteristic Behaviors of Anchovy Shoals Called "Rippling" and "Jumping" in Tokyo Bay

Makoto Inoue and Mitio Ogura

It is a notable character of anchovy to swim forming a shoal, the members of which sometimes jumping out of the water and another time rippling the water surface.

The one shoal in which fish are jumping is called as "Hane Iwasi" by the fisherman in Tokyo Bay and the other with rippling as "Seri Iwasi".

The present paper describes about the conditons leading to these interesting features and also about the peculiar construction of the anchovy shoals in which fish are jumping or marking ripples.

The data used here were collected from a sardine purse seine boat which was operated in Tokyo Bay during 1950～1957.

In this treatment the authors employ the following notations for these anchovy shoals:
The shoal in which fish are jumping—Sj
The shoal in which fish are causing rippling—Sr

カタクチイワシは，その存在を示す兆候として，海面にさざ波をたてる場合と，跳躍する個体をみせる場合があり，漁業者は前者を「セリイワシ」，後者を「ハネイワシ」と呼んでいる。本研究では東京湾で操業される揚繰網漁船の資料により，これらの群が発生する条件を考察し，更にこれらの群の構成についても検討した。

**資料**: 筆者等は先に館山を根拠とする揚繰網漁船勝丸の昭和 25 年4月より同 27 年8月までの漁獲資料により，東京湾におけるカタクチイワシの游泳水深を調べた[1]が，本研究でも同じ資料を用いた。この資料には魚群発見の方法を魚探機と，海面上の兆候（セリ，ハネ，泡等）に区別しているが，海面上の兆候によつて投網した場合でも，更に魚探機によりその存在を確認することが多い。昭和 25 年4月より同 27 年8月までの出漁日 368 日，投網回数 1444 回のうち，「セリ」群発見日 57 日，投網回数 86 回，ハネ群発見日 62 日，投網回数 118 回で，「セリ」「ハネ」群合せて出漁日では全体の 32 %，投網回数では 14 %に当る。尚，水面上に生ずる泡により発見した場合はわずか4回に過ぎない。本文では「セリ」「ハネ」群に対し，魚探機及び泡で発見した群を「普通の魚群」と呼ぶことにする。

## I. 「セリ」「ハネ」群の発生条件

### 1. 月別発見回数

全資料のうち昭和 25 年4月より同 27 年3月までの2カ年の資料により，「セリ」「ハネ」群の月別発見回数の全投網回数に対する比率を調べると Table 1. のようである。これによれば，5, 6, 7 月は「セリ」「ハネ」群ともに1年を通じ最も発見回数が多く，全投網回数に対する比率も高い。「ハネ」群は 12 月，1

1958 年 5 月 20 日受理

**Table 1.** Frequency of Sj or Sr detected by the fishing boat shown for each month.

| Month | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | June | July | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sj | 8 | 1 | 7 | 4 | 19 | 23 | 30 | 4 | 2 | 0 | 0 | 12 |
| Sr | 0 | 0 | 3 | 4 | 10 | 11 | 18 | 3 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| n | 8 | 1 | 10 | 8 | 29 | 34 | 48 | 7 | 5 | 1 | 0 | 14 |
| N | 106 | 64 | 110 | 142 | 183 | 136 | 122 | 69 | 151 | 8 | 0 | 129 |
| n/N (%) | 7.5 | 1.6 | 9.8 | 5.6 | 15.8 | 25.0 | 39.3 | 10.1 | 3.3 | 12.5 | 0.0 | 10.9 |

Note: n; number of detecting Sj and Sr; N, number of hauling.

月にも現われるが，5～7 月にくらべ少く，「セリ」群殆んどみられない。これからみて「セリ」「ハネ」群が発生し易いのは，5～7 月の水温 20～25°C の時期と思われる。

**2. 時刻別発見回数**

「セリ」「ハネ」群の時刻別の発見回数は Table 2. のようで，朝方 5～8 時と，夕方 5～7 時に発生率が多いようである。夜間については記録がないのでわからない。

**Table 2.** Frequency of Sj or Sr detected by the fishing boat in each hour of the day.

| Hour | A.M. 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sj | 5 | 9 | 18 | 19 | 18 | 12 | 3 | 5 |
| Sr | 6 | 14 | 11 | 13 | 4 | 6 | 2 | 3 |
| n | 11 | 23 | 29 | 32 | 22 | 18 | 5 | 8 |
| N | 36 | 117 | 149 | 163 | 141 | 125 | 106 | 106 |
| n/N(%) | 30.6 | 19.7 | 19.5 | 19.6 | 15.6 | 14.4 | 7.4 | 7.5 |

| Hour | P.M. 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sj | 5 | 4 | 5 | 8 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| Sr | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 0 | 0 |
| n | 9 | 7 | 9 | 11 | 8 | 5 | 7 | 1 | 0 |
| N | 95 | 104 | 94 | 81 | 65 | 34 | 23 | 4 | 1 |
| n/N(%) | 9.5 | 6.7 | 9.6 | 13.0 | 12.3 | 14.7 | 30.4 | 25.0 | 0 |

**3. 漁場別発見回数**

東京湾を Fig. 1. のように 6 漁場に区分し，各漁場毎に「セリ」「ハネ」群の発見回数の全投網回数に対する比率を求めると Table 3. のようになり，II，V 漁場に「セ

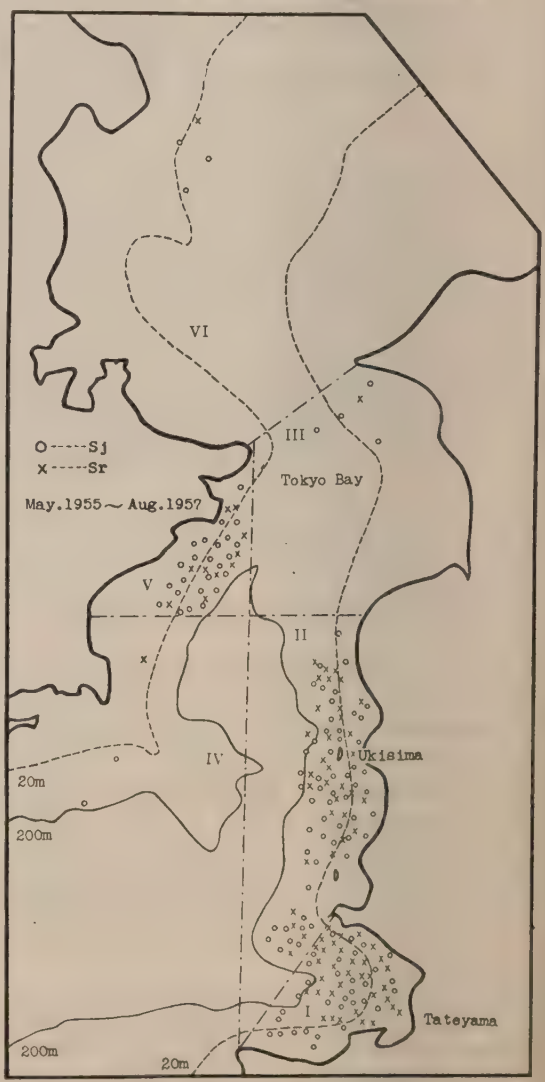



**Fig. 1.** The position in which Sj and Sr were detected by the fishing boat in Tokyo Bay during May 1950～Aug. 1957.

リ」「ハネ」群の発生する割合の多いことがわかる。しかし実際には漁場によつて漁期に相違があるので，Ⅰ，Ⅱ，Ⅴの3漁場の漁期に当る 5，6，7 月について比率を求めてみると，Table 4. のようになり Table 3. と同様，Ⅱ，Ⅴ漁場に「セリ」「ハネ」群の発生する割合が多いことが判る。

**Table 3.** Frequendy of Sj or Sr detected by the fishing boat listed for each fishing ground.

| Fishing ground | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sj | 32 | 54 | 4 | 2 | 25 | 3 |
| Sr | 35 | 34 | 1 | 1 | 13 | 1 |
| n | 67 | 88 | 5 | 3 | 38 | 4 |
| N | 811 | 294 | 68 | 28 | 182 | 61 |
| n/N (%) | 8.3 | 29.9 | 7.4 | 10.7 | 20.9 | 6.5 |

**Table 4.** Frequency of Sj or Sr observed by fishing boat in 3 fishing ground in May, June and July.

| Fishing ground | Ⅰ | | Ⅱ | | Ⅲ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | N | n | N | n | N |
| 1959 | 31 | 194 | 12 | 22 | 9 | 21 |
| 1951 | 18 | 72 | 28 | 71 | 10 | 51 |
| 1952 | 8 | 71 | 15 | 100 | 10 | 35 |
| Total | 57 | 341 | 55 | 193 | 29 | 107 |
| n/N (%) | 16.8 | | 28.4 | | 27.1 | |

**4. 「セリ」「ハネ」群と風速との関係**

漁業日誌に記載された投網毎の風速の記録から，風速と「セリ」「ハネ」群との関係を求めると，Table 5. のようになり，風速 1 m/sec 以内の海況のときその大半が発生している。風速 1.5 m/sec 以上では，海面にさざ波を生じて「セリ」「ハネ」群の兆候を見逃すことも想像されるが，風速 3.4～4.0 m/sec で発見された記録も実在する点からみて，Table 5. の結果の解釈の仕方としては，海面のさざ波のため「セリ」「ハネ」群に対する見落しが行われていると考えるより，「セリ」「ハネ」群は風速 1 m/sec 以内即ち凪の日に多く発生する為だと考える方が妥当であろう。

**Table 5.** Frequency of Sj or Sr observed under different wind velocities.

| Velocity of wind (m/sec) | 0～0.4 | 0.5～0.9 | 1.0～1.4 | 1.5～1.6 | 2.0～2.4 | 2.5～2.6 | 3.0～3.4 | 3.5～4.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sj | 70 | 27 | 12 | 5 | 4 | 0 | 2 | 0 |
| Sr | 49 | 17 | 8 | 4 | 2 | 2 | 0 | 3 |
| n | 119 | 44 | 20 | 9 | 6 | 2 | 2 | 3 |
| N | 501 | 320 | 275 | 155 | 88 | 65 | 37 | 3 |
| n/N (%) | 23.8 | 13.8 | 7.3 | 5.8 | 6.8 | 3.1 | 5.4 | 100 |

**5. 「セリ」「ハネ」群と天候との関係**

館山測候所の午前 10 時観測の天候の記録を，晴（快晴，晴），半晴（薄曇，高曇），曇（本曇，雨）の三階級に区分し，「セリ」「ハネ」群発見の日数及び回数と天候との関係を求めると Table 6. のようになる。これからみると，「セリ」「ハネ」群の発生は天候と殆んど無関係のようである。

**Table 6.** Frequency of Sj or Sr observed in different weathers as represented for the number of detection times as well as for the number of detection days.

| The Number of detection | Weather | Clear | Thin cloud | Cloud |
|---|---|---|---|---|
| Times | Sj | 53 | 22 | 43 |
| | Sr | 33 | 18 | 35 |
| | n | 86 | 40 | 78 |
| | N | 607 | 340 | 497 |
| | n/N (%) | 14.3 | 11.7 | 15.5 |
| Days | n | 61 | 27 | 31 |
| | N | 165 | 87 | 116 |
| | n/N (%) | 37.0 | 31.0 | 26.8 |

**6. 「セリ」「ハネ」群と潮汐との関係**

漁業者の説によれば，「セリ」「ハネ」群は潮汐の転流時における「潮のたるみ」時に多く発生するという。ここでは「セリ」「ハネ」群と潮汐との関係を調べるために，便宜的に潮汐を高潮時，高潮から

**Table 7.** Relation between the tide and the number of Sj and Sr observed.

| Tide | Sj | Sr |
|---|---|---|
| Flow | 16 | 21 |
| Ebb | 60 | 31 |
| Slack water (Ebb to Flow ± 30 minute) | 15 | 12 |
| Slack water (Flow to Ebb ± 30 minute) | 26 | 31 |
| Total | 120 | 85 |

低潮への転流時前後 30 分づつ，低潮から高潮への転流時の前後 30 分づつの 4 時期に区分し，「セリ」「ハネ」群の発見時刻を潮汐表と照合し，各時期に配分し Table 7. に示した。潮汐の時刻は横浜港を基準とし漁場のずれによる時間差を補正した。この表では「ハネ」群は低潮時に多く発生することは認められるが，「セリ」群められない。また「潮のたるみ」に於ても「ハネ」群は 41「セリ」群は 33 で，全発見回数の夫々 1/3 程度で漁業者のいうように「潮のたるみ」に起り易いとも思われない。従つて「セリ」「ハネ」群と潮汐とは一応無関係だと考えられる。

以上の結果，「セリ」「ハネ」群の発生し易い季節は 5～7 月頃の比較的高水温の時期，時間的には朝，夕方であり，凪の日に多いことが判つた。又位置的にはⅠ，Ⅱ，Ⅴ漁場，特にⅡ，Ⅴ漁場に起り易く，天候と潮汐には関係がなさそうである。尚「セリ」群と「ハネ」群の発生条件はほぼ同じようである。

## II. 「セリ」，「ハネ」群の構成

### 1. 「セリ」，「ハネ」群の游泳水深

「セリ」，「ハネ」群の発見は漁業者の肉眼的観察によるものであるが，同時に魚探機でその存在を確認している。

その記録によれば，多くの場合「セリ」「ハネ」群の主群は水面近くにあるのではなく，兆候を示した表面の群と分離して水面下数 m の処にあるようである。しかし，普通の魚群と「セリ」「ハネ」群との游泳水深を比較すると Fig. 2. のようになり，「セリ」「ハネ」群の游泳水深は普通の魚群より浅く，又時刻による

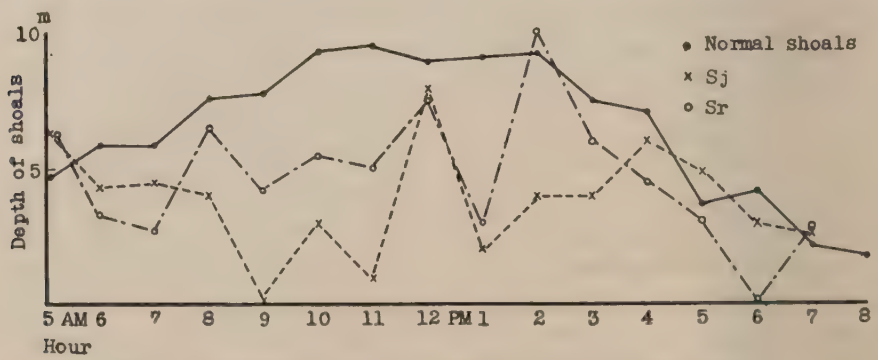



**Fig. 2.** Comparison among the depths of Sj, Sr, and nomal shoals.

る游泳水深は，普通の魚群では明瞭に変化するのに対し，「セリ」「ハネ」群ではそのような傾向はみられない。

### 2. 「セリ」「ハネ」群の游泳範囲

全長 360 m の網で円形に包囲される魚群の水平的な拡がりを游泳範囲とし，魚探機で調べ，1 を最小，10 を最大として 10 階級に分け，5，6，7 月に於ける「セリ」「ハネ」群と，普通の魚群との游泳範囲を比較すると Table 8. のようになる。この階級区分はブラウン管式魚探機の映像による瞬間的な判断に基くもので，正確な游泳範囲を示しているものとは限らないが，Table 8. の「セリ」「ハネ」群と普通の魚群との

**Table 8.** The area of the horizontal distribution of Sj and Sr encircled by the purse seine net.

| Rank | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Un known | Total | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sj | 2 | 3 | 7 | 11 | 15 | 11 | 5 | 2 | 0 | 2 | 24 | 82 | 4.9 |
| Sr | 2 | 0 | 6 | 7 | 16 | 10 | 0 | 1 | 1 | 8 | 18 | 69 | 5.6 |
| Normal shoals | 16 | 72 | 99 | 119 | 82 | 38 | 11 | 3 | 0 | 1 | 0 | 441 | 3.8 |

Note: The areas of horizontal distribution of shoals are ranked into 1～10 (in the order of increasing area) according to horizontal extent of the record of fish finder.

平均値の差は「セリ」「ハネ」群は普通の魚群にくらべ，水平的な広がりが大きく，「セリ」群と「ハネ」群とでは，「セリ」群の方がやや大きいことを示しているように思われる。

### 3. 「セリ」「ハネ」群と普通の魚群との漁獲量の比較

Fig. 1. の漁場のうち，Ⅰ，Ⅱ，Ⅴ漁場における「セリ」「ハネ」群及び普通の魚群による漁獲量を求めると Table 9. のようで，「ハネ」群と普通の魚群とでは漁獲量に差はみられないが，「ハネ」群と「セリ」群とでは約 2.5 倍の差がある。

**Table 9.** Comparison among the cathes of Sj, Sr and normal shoals.

| Fish ground | Sj | | | Sr | | | Normal shoal | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Number of hauling (A) | Total catch (B) | Mean catch by one hauling (C) | A | B | C | A | B | C |
| | | kan | kan | | kan | kan | | kan | kan |
| Ⅰ | 32 | 10.200 | 319 | 35 | 2.240 | 64 | 579 | 94.520 | 162 |
| Ⅱ | 53 | 7.260 | 137 | 34 | 2.630 | 77 | 197 | 27.750 | 140 |
| Ⅲ | 24 | 3.120 | 130 | 13 | 1.170 | 90 | 145 | 31.520 | 217 |
| Average | | | 195 | | | 77 | | | 173 |

Note: 1 kan ≒ 3.75 kg

以上「セリ」「ハネ」群の構成を調べた結果，「セリ」群は「ハネ」群に比べ，水平的な拡がりがやや広いにも拘わらず，漁獲量では「セリ」群は「ハネ」群に比べ相当少ない。この違いは，「セリ」「ハネ」群の魚群としての構成の違いに基くもの，（例えば，「セリ」群は水平方向に散らばり易く，群の密度が疎であるに比べ，「ハネ」群はよく密集している）或いは別の見地から，両群の生態の相違（「ハネ」群は漁獲し易く，「セリ」群は漁獲し難い）によるものか，何れかであろう。

終りに御懇切なる御指導並びに論文の御校閲を賜つた田内森三郎博士，及び資料蒐集に御援助を頂いた館山市揚繰網船主鈴木勝太郎氏に深謝する。

## 文　　献

1) 井上実・小倉通男: 本誌，24 (4)，1958，

# 太平洋北西部に於けるメカジキの漁況と体長の周年変化及び分布と洄游について

中込 淳
(神奈川県水産試験場)

# On the Periodical Change of the Fishing Condition and the Body-Length of a Whole Year and the Distribution and Migration of Swordfish of the Northwestern Part of the Pacific Ocean

Jun Nakagome

Changes noticeable in a whole year in the fishing condition (rate-of-catch) and the body-length formation (body-length frequency) of swordfish, *Xiphias gladius*, inhabiting in the northwestern part of the Pacific Ocean. The author has made a study by means of summarizing by month the rate-of-catch (the fishing condition) and the body-length frequency (the body-length formation) have been determined by Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station for each month for series of years with no regard to any particular year so as to minimize errors happening due to comparative scarcity of data. In so doing, also, he has avoided inclusion of data obtained from other sources than longline in order to eliminate any error arising from use of any differect type of fishing gear. From the study with such precautions the following presumptions have been obtained:

1) The area where swordfish live chiefly in the northwestern part of the Pacific Ocean is defined by Lat. 20°–45°N, Long. 140°–180°E.

2) Fishing condition of this species in a whole year in each of the sub-area within the zone above-mentioned changes in such a manner as is shown in Figs. 4 and 5.

3) The mean body-length of the species in each of the sub-area exhibits such a change as is shown in Figs. 4 and 5 while the body-length formation displays such a change as is shown in Figs. 7 and 8.

4) Swordfish in the area are generally distributed and migrate in such a manner as is shown in Fig. 6.

5) Swordfish in the area may be divided into 4 body-length groups and fish of each group are distributed and migrate in such a manner as is shown in Fig. 9, A～D.

6) High rate-of-catch of this species in sub-areas A～E and G is brought by migration of medium-, and large-sized, fish groups. High fishing rate of this species occurring in January of every year in sub-areas H and I of a young fish group together with a small-sized one and that occurring in May and June in the same sub-areas of medium- and large-sized, one.

7) Recruitment of the small-sized fish group into the medium-sized one is made chiefly in the sub-area F but it also takes place in sub-areas E, H and I.

## 緒 言

メカジキ *Xiphias gladius* は，現在迄に知られている漁場の中では，太平洋北西部で最も多く漁獲される。この漁場のメカジキ漁業には突棒漁業と延縄漁業とがあり，延縄漁業には普通縄とメカ縄（夜縄ともいう）とがあるから，漁況を調査するに当りこれらの資料を一緒に整理すると著しい誤差を生ずる。又，多く漁獲されるとはいえ，他魚種に比較するとその数はかなり少く，また不漁期には全く少いので，魚体組成が

1958 年 6 月 25 日受理

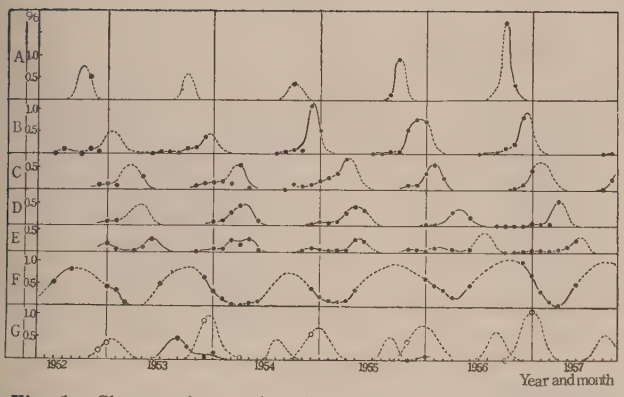



**Fig. 1.** Change of rate-of-catch of swordfish in the northwestern part of the Pacific Ocean, April 1952～October 1957. ·····: presumed line ○····○: eastern part of sub-area G.

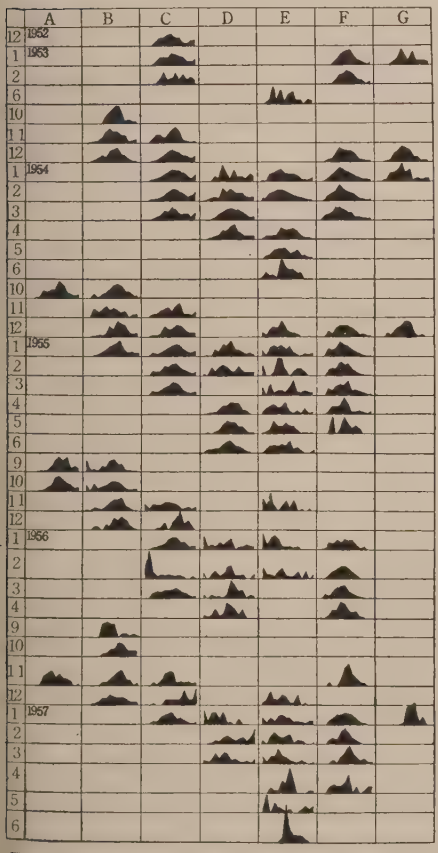



**Fig. 2.** Change of body length formation of swordfish in the northwestern part of the Pacific Ocean, April 1952～October 1957.

明瞭にわからない。そのためかメカジキに関する研究は従来あまり行われなかつた。

著者は太平洋北西部に於けるメカジキの漁況と体長の周年変化を，普通縄によらない資料は出来るだけ除外し，又，各年各月の漁況及び体長を年に関係なく各月毎に一括することによつて誤差を小さくして調べたところ，興味ある現象が発見されたのでここに報告する。

この研究の発表を許され，御指導御鞭撻下された神奈川県水産試験場永井三夫場長，英文摘要の作稿に当り御指導下さつたミラー・フリーマン出版社日本代理店酒井謙二氏に対し，衷心より謝意を表する。

## 資料及び方法

漁況は釣獲率（釣 100 本に対する漁獲尾数）を用い，体長（尾叉長＝眼窩後縁より尾叉底まで）は組成と平均体長で表わした。資料は三崎港に入港したものについては神奈川県水産試験場，焼津，東京港に入港したものについては南海区水産研究所が蒐集し，神奈川県水産試験場で整理したものである*。

先ず，メカジキが主に分布する 20°～45°N, 140°～180°E の 1952 年 4 月から 1957 年 10 月迄の各年各月の釣獲率と体長組成を各海区毎に算出して図示すると，周年変化に周期性がうかがえる (Fig. 1, 2)。そこで，普通延縄漁業以外の資料を除いた各年各月の釣獲率と体長組成を年に関係なく各月毎に一括した。研究の対象とした海区とその記号は Fig. 3 に示す。

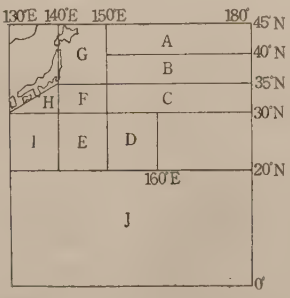



**Fig. 3.** Area studied with index to sub-areas.

* 資料は紙面の都合で省略するが，神奈川県水産試験場にある。

## 結果及び考察

20°～45°N, 140°～180°E の各海区 A～G の釣獲率と平均体長の周年変化を好漁期の早れる順に配列して図示すると Fig. 4, 20～35°N, 130°～150°E の各海区 E, F, H, I と 0°～20°N, 130°～180°E の海区 J を

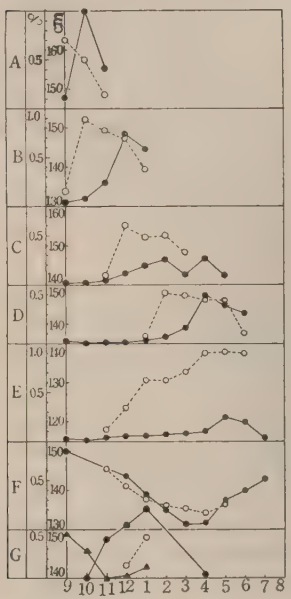



**Fig. 4.** Change of rate-of-catch and mean body-length of swordfish in a whole year in sub-areas A～G. (each area of Lat. 20–45°N., Lnng. 140–180°E.)
●—●: rate-of-catch
▲—▲: rate-of-catch in western part of sub-area G.
○···○: mean body-length

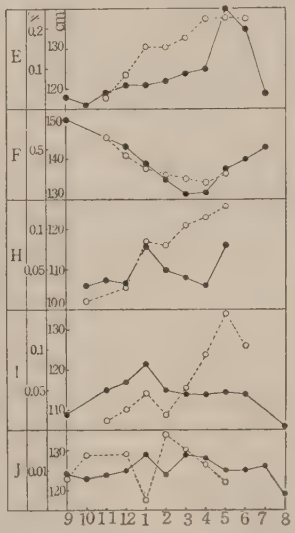



**Fig. 5.** Change of rate-of-catch and mean body-length of swordfish in a whole year in sub-areas E, F, H, I (each area of Lat. 20–35°N., Long. 130–150°E.) and J (area of Lat. 0–20°N., Long. 130–180°E.)
●—●: rate-of-catch
○···○: mean body-length

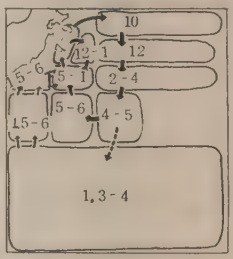



**Fig. 6.** Distribution and migration of swordfish in the northwestern part of the Pacific Ocean.
·····→: presumed course

上記海区と同様に図示すると Fig. 5 のようになる。この Fig. 4, 5 の釣獲率の周年変化から，好漁期の分布及び魚群の回游は Fig. 6 のようになる。但し，主に分布する海域は海区 A～G である。なお，海区 G の西部及び北西部の好漁期は 7～9 月 (Fig. 4) で突棒漁業の盛漁期[1)2)] と一致し，海区 A～D の回游は木川の推定[1)] と一致する。

次に，平均体長が，海区 A～G では好漁期の直前に最も大きく (Fig. 4)，海区 H, I では 1 月の好漁期に中程度，5～6 月の好漁期に最も大きい (Fig. 5) ので，海区 A～G の回游魚は大型，海区 H, I の 1 月の回游魚は小型，5～6 月の回游魚は大型であることが推察される。そこで，各海区の体長組成の周年変化を Fig. 4, 5 の配列順に図示すると Fig. 7, 8 のようになり，この図からメカジキの全魚体が，80 cm 以下の若年魚群，モードを 105 cm 付近にもつ小型魚群，135 cm 附近にもつ中型魚群，155～165 cm にもつ大型魚群の 4 群から成つていることがわかる。そして，この体長群毎に，Fig. 4, 5, 7, 8 から魚群の分布と回游を推定して Fig. 9, A～D が得られる。これらは，若年及び小型魚群と中，大型魚群が回游経路を異にしていることを示しており，木川の想定[1)] をも実証している。

即ち，若年魚群は海区 J には一年中分布し，9～12 月に海区 H, I に北上回游する。140°E 以東の海区には殆んど出現しない (Fig. 8, 9 A)。小型魚群は，海区 J では一年中分布するが，9～10 月に多くなる。海区 E, I では 12 月から 7 月，H では 1 月から 8 月，F では 4 月から 9 月にかけて分布するが，海区 H, I では 1 月に急に増え (Fig. 5, 8)，海区 J では 9, 10 月に多くなつた小型魚群が混えている (Fig. 8) ので，海区 H, I の小型魚群は同海区の若年魚の成長により出現した群の外に海区 J からもかなり来遊するものと推定される。150°E 以東の海区には殆んど出現しない (Fig. 8, 9 B)。

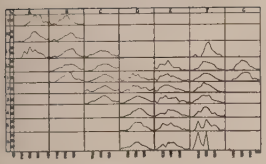


Fig. 7. Change of body-length formation of swordfish in a whole year in sub-areas A～G.

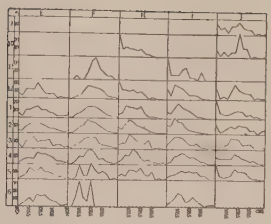
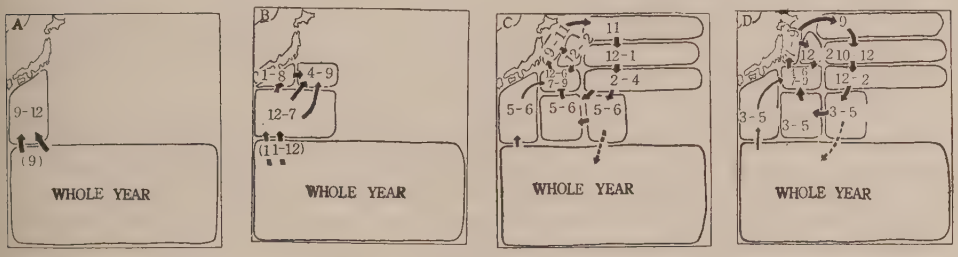


Fig. 8. Change of body-length formation of swordfish in a whole year in sub-areas E, F, H, I and J.

中型魚群はどの海区にも一年中分布するがその中の大きな魚群は回游する。海区 A～I では釣獲率の高い時期に出現しており，従つて，海区 A～E, G, 及び海区 H, I の 5～6 月は，中型回游魚群の出現によつて好漁がもたらされる (Fig. 4, 5, 7, 8, 9 C)。但し，海区 H, I の中型魚群は 140°E 以東の各海区




A B C D

Fig. 9. Distribution and migration of each body-length group of swordfish in the northwestern part of the Pacific Ocean.

····→: presumed course A: young fisn group B: small-sized fish group C: medium-sized fish group D: large-sized fish group

の出現時期との関係 (Fig. 5, 8) から，海区 J から北上して来たものと推察される。又，海区 A～C はこの漁場の性比の周年変化[1]と比較すると，回游魚は雌が主体であることが推察される。なお，小型魚群の中型魚群への補充は主として海区 F で行われるが E, H, I に於いても行われるものと推定される (Fig. 5, 9 B, C)。

大型魚群は中型回游魚群の出現する直前に現われており，中型回游魚群と同一の回游コースをたどつている (Fig. 7, 8, 9 D)。従つて，中，大型魚群は大型魚群を先にして回游する連続した魚群であると推定される。中，大型魚群の海区 D から J への 南下回游は明瞭ではないが，海区 E の釣獲率が D より低く，且つ好漁期が D より短い (Fig. 4) ことと，産卵場が亜熱帯収斂線以南の海域と推察されている[3] 点から，産卵回游として南下するものと推察される。

## 摘　　要

1) 太平洋北西部に於いてメカジキが主に分布する海域は 20°～45°N, 140°～180°E である。2) 同海域の各海区のメカジキは Fig. 4, 5 のような漁況の周年変化をする。3) 同海域の各海区のメカジキは Fig. 4, 5 のような平均体長の周年変化，Fig. 7, 8 のような体長組織の周年変化をする。 4) 同海域のメカジキは Fig. 6 のような分布と回游をする。5) 同海域のメカジキは 4 体長群に分離され，その体長群によつて分布と回游が異なる。体長群別の分布と回游は Fig. 9, A～D のようである。6) 海区 A～E, G 及び H, I の 5～6 月の好漁は中，大型魚群の回游，海区 H, I の 1 月の好漁は若年，及び小型魚群の回游によつてもたらされる。 7) 小型魚群の中型魚群への補充は主として海区 F で行われるが，海区 E, H, I でも行われる。

## 文　　献

1) 木川昭二： マグロ延縄漁業年漁況図，昭和27年版，日本カツオ，マグロ漁業協同組合連合会，1954.
2) 中村広司： 鮪漁業とその漁場，高島商店，1951.
3) 中村広司他： 魚類学雑誌 1 (4)，1951，南海区水産研究所業績集 **1**，業績 16，1953.

# "アサクサノリ"の生長に対する光及び水温の影響*

木下祝郎・寺本賢一郎
(協和醱酵工業株式会社東京研究所)

# Effects of Light Intensity and Water-temperature On the Growth of *Porphyra*-frond

Shukuo KINOSHITA and Ken-ichiro TERAMOTO

The studies of the individual environmental factor affecting the growth of *Porphyra* were carried out under the indoor culture condition suitable for the growth of *Porphyra*.

The results obtained are summarized as follows:

(1) The cell division of *Porphyra* was activated with the decrease of light intensity from 10,000 lux to 6,000 lux irradiation, and from 6,000 lux to 1,000 the cell division occurred with almost the same rate. The cell size became smaller with the decrease of light intensity.

(2) The growth of *Porphyra*-frond was most rapid under 6,000 lux irradiation.

(3) The cell division of *Porphyra* was activated and the cell size became smaller with the drop of water-temperature from 20°C. to 10°C.

(4) The growth of *Porphyra*-frond was most rapid at 15°C.

(5) The color of *Porphyra*-frond was remarkably affected by light intensity and water-temperature.

海苔場における"アサクサノリ"の生育に当つては，光線，水温，海水の塩分及び栄養分など種々の要因が密接な関係を有しているが，これらは常に相関連して"アサクサノリ"の生育に作用して居り，個々の要因の直接的な影響についての明確な知見は得られていない。例えば，"アサクサノリ"の生育に対する光線及び水温の影響については，その生育が光線に対して非常に敏感で適応範囲が狭いこと[1]及び養殖最盛期の水温が 8～5°C であり，この範囲が生育の適温と考えられること[1]が知られているに過ぎない。

著者等は，光線または水温以外の各種条件を一定にした室内培養条件下で"アサクサノリ"を培養し，光線及び水温の"アサクサノリ"生長に対する影響を観察して若干の知見を得たので以下に報告する。

本文に入るに先立ち，実験材料の分与その他の援助を賜つた東海区水産研究所須藤博士，東京都水産試験場伊藤技師，塩屋技師，並びに本実験の遂行に鞭撻と発表の許可を与えられた協和醱酵工業社長加藤博士，佐藤前研究所長に厚く感謝致します。

## 実験方法

実験に使用した"アサクサノリ"は，東京湾羽田漁場で 12 月に採れたもので品種は不詳である。

"アサクサノリ"の培養は次の 2 つの方法で行つた。

1. 海水 20 ml に 1 cm² の大きさに切つた葉体片 5 枚を浮遊させ，40 ml 容の逆T型試験管に入れて，昼光色螢光灯で夫々強さの異る光を与えつつ 13～15°C で 10 日間振盪培養 (MONOD 式振盪器を使用，毎分 30 回振盪) する。

2. 10, 15 及び 20°C に夫々調節したガラス水槽中に海水 2 *l* を満したガラス瓶を置き，1 cm² の大きさに切つた葉体片 20 枚を浮遊させ，昼光色螢光灯で葉体に対して平均 7,000 lux の光を与えつつ 10 日間

1958 年 7 月 11 日受理
* 昭和 33 年 4 月 3 日，日本水産学会年会で講演

通気培養（通気量は毎分 400 ml）する。

使用した海水は比重 1.023，塩素量 15.9‰，pH 7.8 の東京湾海水である。これに $(NH_4)_2SO_4$ 17, $NaNO_3$ 13, $Na_2HPO_4$ 3, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 3, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0.03, KI 0.03, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0.0002 及び $NaHCO_3$ 350 mg/l を添加し pH 7.5 に修正した後培養に使用した。培養期間中，海水は毎日更新した。

10 日間培養した後葉体片の大きさを測定し平均値を求めた。また BECKMAN 分光光度計を用いて葉体の吸収曲線を求めた。即ち，葉体片そのものを試料としオパールグラス法により波長 400 mμ より 700 mμ に至る間で波長 10 mμ 毎に吸光度を測定した。

## 実験結果及び考察

### 1. "アサクサノリ" の生長に対する光の影響

1 cm² の葉体片を 13～15°C の水温で種々の強さの光を与え 10 日間振盪培養した結果は Table 1. に示す通りである。

葉体の生長は 6,000 lux 以下の光の下では光の強さの増大に伴つて生長が促進されるが，それ以上の強い光の下では生長促進の度合が低下する。最高の生長は 6,000 lux で得られ 1 cm² の葉体が 3.32 cm² に生長した。葉体を構成する各細胞は光が強くなるに従つて膨化が著しく，6,000 lux の光で培養した葉体では 1,000 lux で培養した葉体に比して細胞の直径が 26 % 大であり，10,000 lux で培養した葉体では 57 % 大である。また，葉体片を構成する細胞の総数を，葉体が細胞一層より成ると仮定して概算した結果では，6,000 lux 以下の光で培養した葉体が約 200 万個，8,000 lux で培養した葉体が約 180 万個，10,000 lux でのそれは約 120 万個となり，細胞分裂が比較的弱い光の下で旺盛であり強い光の下で低下することが知られる。葉体の生長に対する光の強さの影響は，細胞の大きさ及び細胞分裂速度の夫々に対する光の強さの影響の相互関係によつて決定される。

**Table 1.** Relation between the growth of *Porphyra*-frond and light intensity. Fronds which were 1 cm² in size were cultured at 13～15°C. for 10 days.

| Light intensity lux | Frond size (average) cm² | Call size (average) μ in diam. | Number of cell (approx.) ×10⁴ |
|---|---|---|---|
| 1,000 | 2.04 | 11.2 | 206 |
| 2,000 | 2.22 | 11.6 | 210 |
| 4,000 | 2.46 | 12.4 | 204 |
| 6,000 | 3.32 | 14.1 | 210 |
| 8,000 | 3.00 | 14.9 | 179 |
| 10,000 | 2.91 | 17.6 | 120 |

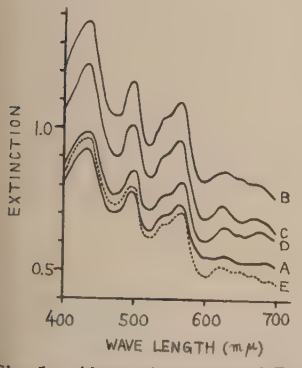



**Fig. 1.** Absorption curve of *Porphyra*-frond. Fronds were cultured at 13～15°C. for 10 days under irradiation of 1,000 lux (A), 2,000 lux (B), 4,000 lux (C), 6,000 lux (D) and 10,000 lux (E).

葉体の色調は，2,000 lux 以下では濃い黒褐色を呈し，光の強さの増大に伴つて黒みが順次淡くなると共に赤みを増し，8,000 lux 以上では全体の色調が次第に淡くなる傾向を認めた。

これらの葉体の吸収曲線は Fig. 1. の通りである。各葉体に含まれる主な色素は各吸収極大よりクロロフィル-a (435, 665 mμ)，r-フィコエリスリン (495, 545, 570 mμ)，r-フィコシアニン (625 mμ) と推定される。色素量は 2,000 lux で培養した葉体が最大を示し，光の強さの増大に伴い漸次減少する傾向にある。また，6,000 lux 以上及び 1,000 lux で培養した葉体において特にクロロフィル-a の減少がみられる。ノリのクロロフィル及びカロチノイド量は光の強弱に影響されるとの報告[2] があるが，この実験で余り顕著でないのは，葉体をそのまま被検材料としたために色素による吸収以外に

細胞膜や細胞含有物による吸収が加わっていることに基因する[3]と考えられる。

### 2. "アサクサノリ"の生長に対する水温の影響

1 cm² の葉体片を 7,000 lux の照明下 10, 15 及び 20°C の各水温で 10 日間通気培養した結果は Table 2. に示す通りである。

**Table 2.** Relation between the growth of *Porphyra*-frond and water-temperature. Fronds which were 1 cm² in size were cultured under 7,000 lux irradiation for 10 days.

| Water temperature °C. | Frond size (average) cm² | Cell size (average) μ in diam. | Number of cell (approx.) ×14⁴ |
|---|---|---|---|
| 10 | 3.80 | 11.9 | 342 |
| 15 | 5.77 | 16.2 | 280 |
| 20 | 4.03 | 17.2 | 173 |

葉体の生長は 15°C において 5.77 cm² となり最高を示し，20°C では 4.03 cm², 10°C では 3.80 cm² を示し，最低である。葉体を構成する各細胞の大きさは 20°C で最大を示し，15°C でも可成り大であるが，10°C では最小である。また，葉体片を構成する細胞の総数を，葉体が細胞一層より成ると仮定して概算した結果では，水温の低下に伴い細胞数が増加し 10°C で最大を示す。即ち，10°C では細胞分裂が最も旺盛であるが各細胞が小なるため，また 20°C では細胞の大きさは最大であるが細胞分裂が低下するため，夫々葉体の生長が劣るが，15°C においては細胞が比較的大であると共に細胞分裂も可成り旺盛であるために葉体の生長が最高を示すと解される。

10°C で培養した葉体は色調に黒みが強くツヤがあり，かつ薄くて良品質である。水温上昇と共に葉体は厚くなり，表面は粗さを増す。また高水温では葉体に皺波が多くなり，特に 20°C ではそれが顕著でコヨリ状に捲く傾向も見られた。色調は水温上昇に従つて赤みの著しい増加を認めた。

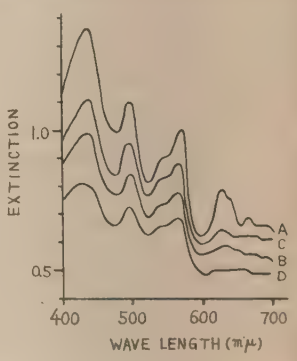



**Fig. 2.** Absorption curve of *Porphyra*-frond. Fronds were cultured under 7,000 lux irradiation for 10 days at 10°C. (B), 15°C. (C) and 20°C. (D), and were collected from sea (A).

葉体の色調が水温の差違によつて可成り鋭敏に変化する故に，BECKMAN 分光光度計で葉体の吸収曲線を求め水温による葉体中の色素の変化を検討した。海より採取直後の葉体及び 10°C, 15°C, 20°C の各水温で培養した葉体の吸収曲線は Fig. 2. に示す通りである。各葉体に含まれる主な色素はその吸収極大よりクロロフィル-a, r-フィコエリスリン，r-フィコシアニンと考えられる。培養した葉体に見られる最も著しい差異は r-フィコシアニンの減少であり，室内培養した葉体が海で採れる葉体に比して若干赤みを増すのはこれが原因と思われる。また 20°C においてはクロロフィル-a の可成り著しい減少が見られ葉体に赤みを増す原因と推察される。その他の色素に関しては，海で採れた葉体と培養した葉体との間に著しい差異はみられない。色素の量は 15°C で培養した葉体で最も多く，10°C, 20°C の順に低下しており，水温と生長との関係に類似している。

## 要　　約

"アサクサノリ"の生長に対する光線及び水温の影響について，"アサクサノリ"の生長に好適な室内培養条件下で，光線または水温以外の各種条件を一定にして実験を行つた。

得られた結果を要約すれば次の通りである。

1. "アサクサノリ"の細胞分裂は 10,000～6,000 lux では光の強さの低下に伴つて旺盛となり，6,000～1,000 lux では光の強さに拘わりなく旺盛である。各細胞は光の強さの低下に伴つて小となる。

2. "アサクサノリ"は 6,000 lux の光の下で最高の生長を示す。

3. "アサクサノリ"の細胞分裂は水温 20～10°C において水温の下降に伴つて旺盛となり，各細胞は小

温の下降に伴つて小となる。

4. “アサクサノリ”は 15°C の水温で最高の生長を示す。

5. “アサクサノリ”の色調は，光線の強弱及び水温の高低によつて顕著に変化する。

## 文　　献

1) 殖田三郎： 海苔養殖読本，昭和 27 年 (1952).
2) 佐野孝： 養殖海苔の色沢変化—Ⅱ. 東北海区水産研究所報告，**5**，64～78 (1955).
3) 尾形英二： ヒトグエサの傷害生死の徴候について，本誌，**22**，400～403 (1956).

# ゼラチン—水系の収縮に就いて

平野弘
(東京水産大学)

## On the Contraction of a Gelatin—Water System

Hiroshi Hirano

As often reported, if limited quantities of water and gelatin xerogel are brought into contact with each other there takes place a contraction in total volume. As to the dependence of this shrinkage on the pH value of the liquid that surrounds the gel, however, a group of investigators have found that the volume decrease attains to a maximum in a pH region about the isoelectric point of the gelatin, while another group say that it becomes minimal there; but any convincing theory seems to have not yet been put forward to resolve this antinomy.

The present author, intending to find a clue to the molecular events inducing the spontaneous wetting of extremely fresh fillet, examined as preliminaries the said contraction of a gelatin-water system and found that the contraction minimum in the isoelectric zone is just realized only at a lower temperature. He proposes, hereupon, a view that the apparent volume reduction may be caused by the resultant of two separate mechanisms, viz., (1) fixing of water molecules around rather stationary polar groups of gelatin, which reduces the space thermally swept by these molecules, and (2) migration of water molecules into oil-repellent gaps in the xerogel, which lessens the water remaining outside the gel. Results of the present experiment, in which the contraction dependence on pH of the immersion liquid was examined at different temperatures and with varying moisture-contents of sample, will serve by the help of this view to settle the pending antinomy about the contraction of a gelatin-water system.

極く高鮮度の肉片は所謂“乾燥観”を帯びているが，やがて少しづつ水を分離して次第に“湿潤観”を呈して来る。此様な水分の放出は当の肉片の pH 降下に伴つて起きて来るものと思われる[1]が，著者等が先に死後硬直中の魚肉に起きる保水力の変化を膨脹計によつて測定した結果は，pH の降下に伴つて保水力は寧ろ増大するという，予期に反する印象を与えた[2]。其処で当初の予期，即ち肉片の水分放出は直ちに構成肉蛋白の親水性の減退を意味すると期待すること，が果して正しいか否か吟味して見ねばならない羽目になつた。然るに此様な吟味を行うには肉のような複雑な組成の試料を最初から採上げるのは適当でないと思われたので，とりあえず高純度のゼラチンキセロゲルを試料に選び，其の吸水に伴つてゼラチン—水系の総体積に起きる収縮を測定して其結果から蛋白試料の吸水に及ぼす外囲 pH の影響についての原則的傾向を推量して見ようとした。但しゼラチン—水系の吸水収縮は早くから観察されているにも拘らず，既往の実験結果の間には原則的な共通性が見出されていないし従つて又収縮の発生機構に関する原則も判然りと打出されたことがない。依つて著者は之等の点を特に考慮して；同一試料につき異る予湿度の温度で実験を行い，外に等電点附近の関係を丁寧にしらべた。其結果，此方面に関する従来未解決の問題をも解決するに足りると思われる新しい知見に到達したので，其次第を此処に報告する。

### 実験方法及び実験結果

**試料** (1) ゼラチン：本実験に供したゼラチンのキセロゲルは日本皮革株式会社で製造され，富士写真

1958 年 4 月 25 日受理

フイルム株式会社で現に使用しているか或は曾つて使用されたことのある極高純度の破片状製品である。之を篩で処理して 20 メッシ程度の砕片のみを採用した。試料を 3 口に分け，各口 2～3 g 宛を多数の既知重量の秤量管に分入して，夫々 KCl 飽和溶液，$K_2SO_4$ 飽和溶液，及び $P_2O_5$ を入れたデシケーター内に保ち，時々秤量しながら予め含水量を平衡状態に達せしめて置いた。之等試料の含水量は夫々約 15 %，37 %，及び 2.7 % と測定された。

（2）pH 調節液：色々な濃度の HCl 及び NaOH 稀薄溶液を直接浸漬液に用いた。特に緩衝剤を用いなかつた理由は，イオンの種類差に因る個性的影響を避けてゼラチンの緩衝能に頼ろうとしたからである。

**実験装置と其使用法**　膨脹計の構造を Fig. 1. に示す。大体 SVEDBERG[3] に倣い，著者の加えた主な改良は次の諸点である。即ち，(1) 試料の保持に特別な硝子製目瓶を用いたこと，(2) グリース附着の危険を減らす為に磨合せ部分を変更したこと，(3) 毛細管内に於ける液頭の位置調節をた易くするため側管に液溜を設けたこと，及び (4) 側管の活栓を吟味して液漏れを避けるように特に注意したこと，等である。

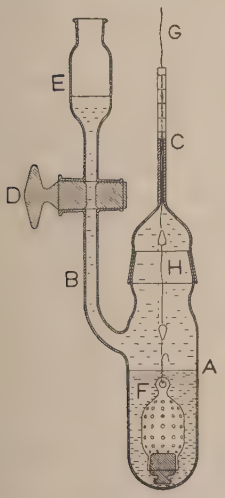



**Fig. 1.** Dilatometer shown schematically in 1—5 scale. A, cylindrical vessel containing $CCl_4$ and aqueous solution respectively in lower and upper portions. B, side tube. C, capillary. D, stopcock. E, reservoir. F, openwork bottle holding the sample. G, Pt-wire. H, spring fastener.

膨脹計の使用に当つては次の様な手順がとられた。即ち，予め注意して浄化風乾した膨脹計を上下両半に分け，先づ目瓶を吊した白金線を上半部の毛細管に通して先端を軽く折曲げて置く。次に下半部の約半ば迄，目瓶が完全に没するに足りる量の，予め焼芒硝で処理した精製 $CCl_4$ を入れる。之が済んだらデシケーターから既知記号の秤量管を取出し，試料を注意してしかも手早く目瓶に移して $CCl_4$ 内に漬け，秤量管は直ちに密栓して残留量の秤定に備える。次に，膨脹計の下半部を支持台に固定して磨合せ面にグリースを塗り，上下両部分を互に密着せしめる。此処で，恒温槽内に貯えられていた pH 調節用液を側管から静かに注入した後，膨脹計を支持台ぐるみ恒温槽内に安置する。液溜内に充分多量の液が在るようにして活栓を閉ざし，毛細管の上端に出ている白金線の折曲りを直して此の部分をゴム管で水流ポンプに連絡し，液を減圧沸騰させて脱気を行う。2～3 分間沸騰状態に保つた後ポンプを外し，活栓を開いて毛細管内の液頭の位置を適当な目盛に合わせ，活栓を閉ぢて液の温度従つて液頭の位置が安定するのを待つ。

液頭の落着きが確認されたならば，適宜な時刻に白金線を引上げて試料を目瓶ぐるみ水層内に持来し，此の瞬間を測定開始の時刻として，以後，液頭の移動を毛細管上のミリメーター目盛によつて観測し，液頭の位置が 1 時間以上に亘つて事実上変化しなくなつたとき始めて観測を終るのである。尚ほ，観測の初期に於ては屢々白金線を上下して目瓶を振動し，残留する $CCl_4$ を完全に瓶外に落し去るようにする。此際試料が逸出しても其儘測定を続けて差支えない。

pH 測定は硝子電極を用い浸漬用液に就いて予め行つただけでなく，収縮観測の終了直後に膨脹計から取出した液の一部に就いても行つた。図中横軸に記入されている値は実験終了直後の測定値である。

**収縮量の表現法**　毛細管及び白金線の断面積は夫々 2.02 $mm^2$ 及び 0.069 $mm^2$ であつたから，観測された収縮量は毛細管の目盛 1.0 mm 当り 1.95 $mm^3$ と評価される*。尚お予め測定された試料の含水量に基いて無水物 1 g 当りに換算することによつて相互比較に便ならしめた。此の様に表現された収縮量と浸漬液 pH との関係を Fig. 2. 及び Fig. 3. に示す。

* 膨脹計の胴部の容積は約 250 ml であつたから，恒温槽の温度が 0.02°C 変つたならば液頭に 1 mm の移動が起きることになる。

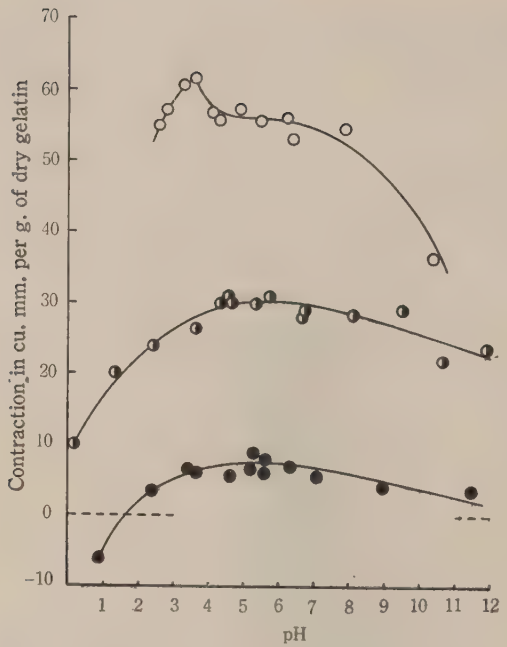



**Fig. 2.** Contractions caused by gelatins of different moisture contents. Temperature = 25°C. ○, 2.7 % moisture; ◑, 15 % moisture; ●, 37 % moisture

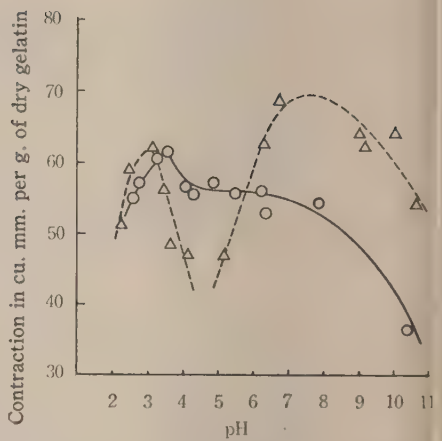



**Fig. 3.** Contractions at different temperatures due to desiccated gelatin. ○, at 25°C.; △, at 10°C.

## 考　　察

ゼラチンキセロゲルの吸水に伴う収縮に関して注目すべき最初の実験は彼の超遠心沈澱法で有名な SVEDBERG によつて行われ[3]，収縮は浸漬液に応用した酸又はアルカリの濃度が高い程微弱になると報告されている。所が，其後の諸家の報告に見られる収縮と pH 値との関係は互に正反対な2つの傾向に分かれている。例えば NEVILLE 等[4] は収縮が等電点附近で最大になると述べ，MARIE 等[5] 及び FRIEDMAN 等[6] は反対に最小になるといつている。

然るに今回の著者の実験によつて初めて，同一試料でも温度や予備吸湿の如何によつては等電点で収縮の谷を示したり或は逆に山を示したりする事実のあること（Fig. 2. 及び3の比較）が判明した。従つて既往の研究者間に見られる不一致は必しも FRIEDMAN 等が考えたような単なる実測点の不足に帰すべき事柄ではないといえる。但し，吸水の温度が異ると何故収縮と pH との関係の模様が見掛上逆転したりするのかという理由の説明となると，それはゼラチンキセロゲルの蛋白化学的並びに高分子化学的の構造特徴に求めねばならないこと勿論である*。

そこで著者は問題の吸水収縮の根底をなすものとして次のような互に全然別個な2様の機構を想定する。即ち，(1) 水の分子達がゼラチンの極性基即ち熱運動的に余り自由でない極性基の周りに固定される結果，水分子が熱運動的に占拠していた空間に減少を招くこと，及び (2) キセロゲル内部の非晶質区域には，予備吸着された水分子達に導られる故で，$CCl_4$ のような非極性液体は這入れないが水は這入れるような空間があつて，水の一部は此のいわば“疎脂性空隙”に移行する結果キセロゲル外部に留まる量が減つて来ることである。次に之等2種の機構の効果に及ぼす pH 其他外的因子の影響について考察して見よう。

先ず**機構1**についていうならば，水分子固定の相手としてはキセロゲル内の非晶質領域に於いてしかも塩基の状態即ちイオン結合に加わつていない状態にある荷電基達が特に重要であると思われる。所で既存の塩基荷電基による水の固定は温度が低いとき程顕著であろうが，他方新や荷電基の新規発生即ち既存イオン結合

* 収縮の本性については最近迄判然りした説明は与えられていないように思われる[7]。

の解消は温度が低いと逆に微弱になるであろうから，結局孤立荷電基の頻度の差から来る影響例えば pH の影響は温度が低い程著しく現われるということになる。

斯様な予想で見るならば，機構1による収縮はゼラチンの総電荷に著しい低下が起きないような pH 範囲即ち 3～9 に於いて最大になるのが原則だといえる。但し細かい点は稍複雑で，水分子固定の能力関係では $-COO^-$ イオンは $-NH_3^+$ イオンより遙かに重要である[8]から機構1の効果は等電点よりアルカリ性側で特に顕著になると期待される。尚又吸水の温度が充分低いときには特に等電点即ち pH 4.7 辺に於いて孤立荷電基の最少に応じた収縮の最低点が現われる可能性がある。更に又 pH 値が極端に低い所では荷電基は $-NH_3^+$ だけになるので，試料が若し予め著く吸湿していたならば，却つて膨脹が起きることもあり得よう。何故なら此様な場合には，予めゼラチンに着いた水分子が外液中の $H^+$ イオンや $Cl^-$ イオンに鞍換えして定着する結果水分子の熱運動範囲が拡大する可能性があるからである (Fig. 2. 参照)*。

次に**機構2**の効果について考えて見ると，“疎脂性空隙”に水が浸入する為には浸入口を塞いでいた仕組み即ち既存のイオン結合が解消されねばならないことが判る。従つて機構2による収縮は非晶態区域内に於けるイオン結合が解消され易い条件下では顕著になり解消され難い条件下では反対に微弱になると期待される。例えば，$-COO^-$ イオンが急速に減少する所の酸性 pH 域に於いては此種の収縮は重要であるが $-NH_3^+$ の急減を来さない所のアルカリ性 pH 域では余り重要でない。又予めよく乾燥した試料を等電点近くの pH を持つた外液中にしかも低温で浸漬した場合には収縮は殆んど起きないと予想される (Fig. 3 参照)。

さて実際に観察される収縮は勿論**機構1及び2の綜合効果**である。試料の予備吸湿は両機構の効果を共に減らす (Fig. 2) こと云迄もない。等電点よりアルカリ性側ではゼラチンキセロゲル内に於ける $-COO^-$ 基の孤立発達に応じた機構1の効果が顕著であり従つて温度が低い程著しい収縮が期待される (Fig. 3)。他方，等電点より酸性側に於いては主要な収縮は機構2によるものと思われ，実際収縮量は温度が高くなつても余り減らない (Fig. 3) し，又予めよく乾燥された試料即ち“疎脂性空隙”が多量にあると思われる試料については特に顕著な収縮の山が認められる (Fig. 2)。尚又此種効果が限度に達する所の pH 約3より強い酸性域では已に述べたような機構1効果の減退又は逆転の影響によつて実際の収縮は急減する。

何れにせよ原則的に見れば，ゼラチン—水系の収縮は試料の巨視的固態性が強化されるような条件下例えば温度が低いとか試料の融点が高い場合には等電点附近で最低となり，之と反対の条件下では寧ろ最高となると云つて差支えないようである。

斯つて本研究結果から鮮魚肉の吸水収縮と pH との関係を予想して見ると，予備吸湿が充分な場合には機構2は考え難いから，魚肉の吸水収縮従つて水分収容力は等電点附近で最高になると期待せねばならない。従つて極鮮肉の pH 低下に伴う“湿潤硬”の発生即ち水分放出の原因に就いては，アクチン粒子の析出[9]とか或はアクトミオシンの粒子間癒着とかいつた様な機構2とは別の機構による蛋白粒子間隙の変化を考えねばならないと思う。

終りに，試料の寄贈を賜つた富士写真フイルム株式会社の村上永治常務，及び実験面で研究に協力された本学卒業生太田真祐・登内昭八・古谷守弘の三氏に謝意を表する。又研究費の援助を賜つた大洋漁業株式会社及び日本水産株式会社の夫々補鯨部長竹田繁夫氏並びに紅林　浩氏に御礼申上げる。

## 文　　献

1) B. B. MARSH: *Biochim. Biophys. Acta*, **9**, 127 (1952).
2) 平野　弘・横溝　康: 昭和 28 年4月農学大会水産部会で口頭発表
3) THE SVEDBERG: *J. Am. Chem. Soc.*, **46**, 2673 (1924).
4) H. A. NEVILLE, E. R. THIES, and R. B. K'BURG: *Ind. Eng. Chem.*, **22**, 57 (1930).
5) C. MARIE and N. MARINESCO: *Compt. rend.*, **193**, 736 (1931).
6) L. FRIEDMAN and B. BROWN: *J. Am. Chem. Soc.*, **57**, 508 (1935).
7) H. R. KRUYT: “Colloid Science” Vol. II, Elsevier Publishing Co. Inc., New York-Amsterdam-London-Brussels (1949) pp. 574～575.
8) G. H. HAGGIS, J. B. HASTED, and T. J. BUCHANAN: *J. Chem. Phys.*, **20**, 1452 (1952).
9) J. HANSON and H. E. HUXLEY: *Symposia of the Society for Experimental Biology* (1955).

* 斯かる見方から推せば，収縮も膨脹も起きさせないような外液の条件例えば蒸気圧はゼラチン試料の保水力の指標になり得ると想われる。

# 魚類の変質とカルボニル体—I.*
## —魚類中の揮発性カルボニル体の生成と其の検出—

太 田 冬 雄
(鹿児島大学水産学部)

# Carbonyl Compounds in Fish as Related to the Deterioration—I. Detection of Volatile Carbonyl Compounds Formed in Fish Flesh

Fuyuo Ota

1) A simplified method for estimating volatile carbonyl compounds (VC) in fish is presented. This method proved to show good results in the recoveries of VC added on the one hand to fish flesh and to its steam-distillate on the other.

2) A modified procedure for the paper chromatographic analysis of VC, by which lower VC were found to be easily identified, is presented.

3) In fresh fish, VC were very small in amount. Their contents increased with the length of storage-time, and tended to decrease in the stage of advanced spoilage. The rate of VC formation varied according to the difference of state of flesh stored and also with varying parts of fish (Fig. 1).

4) By the modified paper chromatographic method, the formation of acetaldehyde, butylaldehyde and acetoin in fish flesh during storage was revealed (Table 5).

食品の揮発性物質が“臭気成分”としてその品質に関係する事はいうまでもなく，魚類の揮発性物質に関してもすでに多くの研究が見られる。しかし，その殆んどは揮発性の塩基及び酸に関するもので，その他については極めて少ない。勿論，揮発性の塩基，酸は魚類の変質特に腐敗によつて生成される主要な揮発性産物ではあるが，一般に変質による臭気成分の変化を問題にするためには，当然上記以外の揮発成分の変化も明らかにされるべきである。いうまでもなく，臭気成分の変化のすべてが揮発性の酸，塩基のみで説明されるわけではなく，変質の条件その他によつては，酸，塩基よりもむしろ主要な揮発性物質の生成する場合も考えられるからである。現に，FARBER[1]は，魚類及びその加工品中の揮発性還元性物質の含量が，それらの品質と密接に関係する事を報告しているが，その内容については全く示されておらず，勿論，酸，塩基のみの変化では説明され難い。

この様な観点から，筆者は魚類及びその製品の変質に伴つて生成される重要な臭気成分の一員とも考えられるにも拘わらず，従来，あまり明らかにされていない揮発性カルボニル体 (VC) を対象として，その生成と品質との関係についての研究を企図した。本文では，魚類の肉質その他を放置，貯蔵した場合の VC 含量の変化と，肉質中のその内容をしらべた結果について述べる。

## 実 験

### 方 法

#### 1. VC の定量法

カルボニル体の定量法としては古くから種々の方法（容積法[2]，滴定法[3]等）があるが，夫々一長一短あり満足し難い。その点最古のカルボニル体の 2.4-dinitrophenyl-hydrazone がアルカリによつてキノイド体

1958 年 4 月 26 日受理

* 本報の大要は，日本農芸化学会北海道支部大会（札幌，1955，11）にて発表

の赤色化合物を生ずる事を利用した比色法[4]は多くの利点をもつている。しかし，その定量はすべて有機溶剤中で実施され，各溶剤は厳密な精製を要しかなり煩雑である。よつて，この方法を試料からの水蒸気蒸溜液に直接応用し得る様に，操作条件を改変，簡易化して用いた。

VC の捕集：水蒸気蒸溜には，ミクロの蒸溜装置（蒸溜フラスコ—約 80 cc 容—連結部は摺合せ）受器には頸部に画線（50～60 cc）を附した長頸フラスコを用い，蒸気の発生は 1 kw ヒーター（0.5 kw 切替）にて行つた。先ず受器に 3 cc の水を採り，冷却管に連絡する細管の先端をその中に浸しておき，次に試料肉 2 g を蒸溜フラスコに採り水 5 cc を加えて懸濁させ，直ちに蒸溜する。溜出液は約 50 cc までは蒸気の発生を 0.5 kw 加熱で，その後は 1 kw で行い，約 55 cc に至つて蒸溜を止め全量を水で 60 cc とする（蒸溜時間，約 10 分）。

測定：溜出液 5 cc に 0.5 % 2.4 dintropheryl hydrazine の 2 N-HCl 溶液 0.2 cc を加え 100°C で 2 分間加熱し，水で冷却後更に氷水中に 5 分以上冷却する。次に予め氷水中に冷却しておいた 5 % Na OH 1 cc を加え混和後，再び氷水中に冷却正確に 5 分後氷水より取り出し，その後 5 分以内の呈色度を読む（フィルター 500 mμ，セル 10 mm，日立製比色計）。呈色が濃厚な，又は混濁した場合には溜出液の採取量を減じ水で 5 cc にしたものについて測定した。尚 5 % Na OH の代りに 2 % KOH エタノール溶液 2.5 cc を加え氷冷 25 分後の呈色を読む方法は，実際試料の場合時に見られる呈色の混濁を避けるのに有効であつた。

方法の吟味：この方法の 1 つの問題点は呈色の安定度で，アセトン，ピルビン酸等では室温でも測定に差支えない程度に安定であつたが，アセトアルデヒドでは非常に不安定で，かなり急速に退色した。しかし，氷冷下に反応させその後の測定までの時間を規定する事によつて再現性が得られた。本法による定量低限は，ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドでは 0.5γ であつた。尚イワシ，サバ肉の各新鮮物，不鮮物から得た蒸溜液からのアセトアルデヒドの定量回収試験では，良好な結果（6 例 95.3—98.4 %，Table 1）が得られ，又アセトアルデヒド及びバレルアルデヒド水溶液の蒸溜試験では，相当高濃度の場合にも充分満足できる値（5 例 94.3—96.0 %，Table 2）で回収され，更にサバ肉（新鮮物，不鮮物）の懸濁液にアセトアルデヒドを加えたものの蒸溜でもほぼ満足できる回収率（4 例 94.3—104.8 %，Table 3）が得られた。

**Table 1.** Recovery of acetaldehyde added to steam-distillate from mackerel

| Aldehyde (γ/5cc) | | | Recovery (%) |
|---|---|---|---|
| contained | added | found | |
| 2.65 | 3.00 | 5.60 | 98.4 |
| 0.60 | 4.20 | 4.60 | 95.3 |

**Table 2.** Rate of distillation of vol. aldehydes from aqueous soln.

| Aldehyde (γ/5cc) | | | Recovery (%) |
|---|---|---|---|
| taken | | distd. | |
| Acet | 39.5 | 37.2 | 94.3 |
| 〃 | 105.8 | 104.0 | 95.3 |
| I-Valer | 53.0 | 50.6 | 96.0 |

**Table 3.** Recovery of acetaldehyde added to mackerel flesh.

| Aldehyde (γ/2g) | | | Recovery (%) |
|---|---|---|---|
| contained | added | found | |
| 17.8 | 29.5 | 47.3 | 94.3 |
| 59.3 | 38.5 | 99.7 | 104.8 |

更に之ら回収試験の際，受器に hydrazine 液を含む捕集瓶を連結し，蒸溜中の受器からの逸散量をしらべたが，いずれも無視できる程度でしかなかつた。又各蒸溜残液を再蒸溜した結果では，標品の場合は勿論問題なく，魚肉試料の場合にも定量値に響く影響は見られなかつた。尤も長期冷蔵魚（相当に油焼けしていた）の様な試料では，再蒸溜でかなりの溜出が見られたので，この様な場合には試料の採取量を減じ，或いは 2～3 次の蒸溜液を採取した。（尚又魚介肉の加熱によつてホルムアルデヒドを生ずる事が古くから知られている[5]が，少くも魚肉の場合にはこの条件での生成はないものと考えられる。この詳細は次報に記載する）。

2. VC のペーパークロマトグラフィー

既に報告されている諸方法[6~8]を参考にし主に低級な脂肪族カルボニル体を対象として試料液の調製，展開剤について若干の検討を行い，結局次の操作による事にした。

実施法：

試料の水蒸気蒸溜液 5 cc を採り，之に VC 定量の場合と同様に hydrazine 液を加えて反応させ，冷却後約 2 cc の精製ブタノール（カルボニル体不含）を加えて hydrazone を抽出，抽出液を減圧で濃縮，試料液とする。沪紙には予め展開予定先端（20—25 cm）をラインしておき，メタノール（無水）飽和の石油エーテルで展開させる。展開(約 2 時間)後，10 % Na OH 液を噴霧し赤色系の呈色によつて検出し，その標準標品を併行し確認する。VC 含量の少い試料の場合は，蒸溜液 5 cc に hydrazine 液 0.1 cc を加えて反応させたもの 2~3 を用意し，その各々より得られるブタノール抽出液を合して濃縮，試料液とした。この操作によつて得られる標品の Rf 値は Table 4 の通りであつた。

**Table 4.** Rf values of 2.4-dinitrophenyl hydrazones of VC.

| Carbonyl compounds | Rf value |
|---|---|
| Furfural | 0.18 |
| Formaldehyde | 0.32 |
| Acetaldehyde | 0.50 |
| Acrolein | 0.56 |
| Croton aldehyde | 0.63 |
| Propion aldehyde | 0.69 |
| Aceton | 0.72 |
| I-butyl aldehyde | 0.81 |
| N-butyl aldehyde | 0.82 |
| Methyl ethyl keton | 0.83 |
| I-valer aldehyde | 0.85 |

尚，石油エーテルの 40°C 以下の溜分及びその残液の，展開剤としての分離効果は，市販品そのままと殆んど差がなかつた。又石油ベンジン，リグロイン等の場合は，石油エーテルより順次 Rf 値が高くなり，且つ分離効果も低くなつた。

## 結　　果

1. 魚類中の VC 含量の変化

市販の新鮮なサバ，イワシ，コイの肉質及びサバの各部分を細砕し，或いはフィレーの状態で室温に放置し，その間の VC 量の変化を測定した。その結果が Fig. 1 で，VC は魚種によらず新鮮時では殆んど含有されず，放置時間と共に増加し（1~3 mg に達した），腐敗の進んだ段階では減少の傾向が見られた。その生成量は，細砕肉がフィレーよりも，血合肉が普通肉よりも夫々多く，部位別には内臓，皮，肉質の順に多かつた。従つて魚類中の VC は生鮮時の臭気には殆んど関与せず，変質過程で生成される臭気成分の一部をなすものと考えられる。

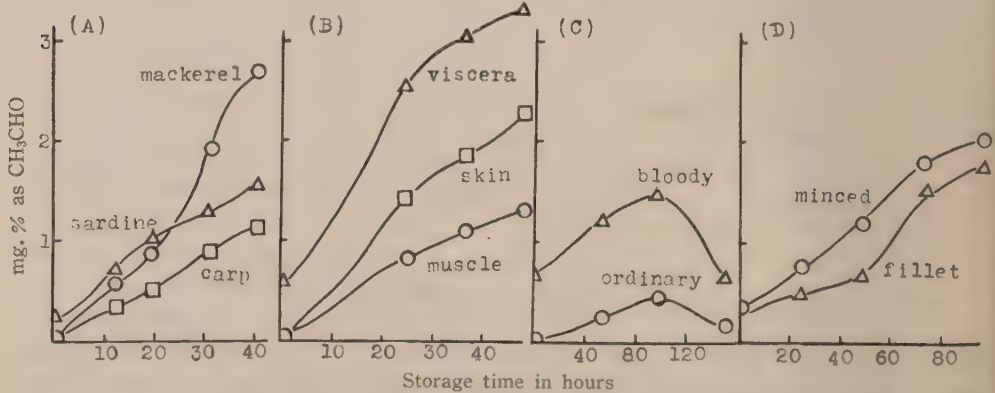



**Fig. 1.** Formation of VC during storage. (A), in flesh of various species of fish at 18~20°C; (B), in different parts of mackerel at 13~15°C; (C), in ordinary and bloody flesh of mackerel at 15~16°C; (D), in fillet and minced flesh of mackerel at 10~13°C.

2. 魚肉中の VC の検出

市販のサバ，イワシ及びカレイの肉質を採り，細砕室温に放置して，その間の肉質中の VC の内容をペーパークロマトグラフィーによつて検索した。その結果が Table 5 で，新鮮物ではアセトアルデヒドの存在が各魚種を通じて見られ，不鮮のものでは一層明瞭となつた。更に長時間放置されたものではブチルアルデヒド (Iso-, N-の判別困難) の存在が認められた。尚，ホルムアルデヒドの存在は疑わしく，外に実験当時不明のスポット1ケ (Rf 価 0.08) が，しかも不鮮のものに限つて検出されたが，之は後に，アセトインである事が推定された。即ち別に行つたサバについての実験の場合にも同様のスポットが認められたが，検索の結果このものの Rf 値は標品アセイトン (ヂアセチルから合成[9]) のそれと全く一致し，又蒸溜液についての，α-naphthol とクレアチンとによる反応[10]，及び hydroxylamine と尿素とによる反応[11]は共に明らかな陽性を示し，その存在を裏付けた。

**Table 5.** Detection of VC in fish flesh stored at room temperature.

| Storage time h. | Occurrence of aldehyde | | | acetoin |
|---|---|---|---|---|
| | form- | acet- | butyl- | |
| Mackerel, (22～25°C) | | | | |
| 0 | ± | + | − | ± |
| 25 | − | ## | ± | + |
| 43 | − | ## | + | ## |
| Sardine (28～32°C) | | | | |
| 0 | ± | + | − | − |
| 17 | − | ## | − | ## |
| 25 | ± | ## | + | + |
| Flat fish, (27～31°C) | | | | |
| 0 | − | + | − | ± |
| 20 | ± | ## | − | ## |
| 28 | − | ## | + | ## |

−, negative; ±, doubtful; +～##, positive.

一方，表には示さなかつたが，揮発性ケトン体量 (Salicyladehyde 法[12]により定量) は非常に少なく (0.03 mg % 以下) しかも放置時間による増加は殆んど見られなかつた。従つて VC は主として揮発性のアルデヒドから成るものと考えてよいであろう。既述した FARBER[1] の示した揮発性還元物質中には当然之等 VC も参加しているものと考えられる。

## 要　約

1. 魚類中の VC を簡易に定量する操作方法を示した。この方法は，魚肉及びその蒸溜液からの回収試験に於て共に良好な結果を示した。2. VC のペーパークロマトグラフィーの改変実施法を示した。この方法はより低級な VC の検出に有効であつた。3. 魚類中の VC は新鮮物では殆んど含有されず，放置時間と共に増加し，腐敗の進行で減少した。その生成率は，肉質の状態，魚体部位で相違した。4. 魚肉中の VC の内容として，アセトアルデヒド，ブチルアルデヒド及びアセトインの存在が推定された。

この実験の大部分は，北大農学部農芸化学科食品化学教室に於て実施したものである。この研究の機会を与えられ，且つ終始御懇切な御指導を賜わつた同学教授，中村幸彦先生及び小幡彌太郎先生に深甚の謝意を表する。又同教室の森先生及び外の方々からは多くの御教示と御援助をいただいた。併せて深謝の意を表する。尚又，貴重な試験標品を分与された本学医学部の右田利朗氏に厚く御礼申上げる。

## 文　献

1) L. FARBER: Food Tech., **3**, 300～304 (1959), **6**, 319～324 (1952).
2) G. W. ELLIS: J. Chem. Soc., **123**, 848～851 (1927).
3) E. G. R. ARDAGH & J. G. WIILLIAMS: J. Am. Chem. Soc., **47**, 2983～2988 (1925).
4) G. R. LAPPIN & L. C. CLARK: Anal. Chem., **23**, 541 (1951).
5) 服部安蔵・長谷部俊彦: 薬誌., **57**, 928～938 (1937).
6) D. CAVALLINI, N. FRONTAL & G. TOSCHI: Nature, **163**, 586 (1949).
7) P. G. RICE, G. J. KELLER & J. G. KIRCHNER: Anal. Chem., **23**, 194～195 (1951).
8) D. F. MEIGH: Nature, **170**, 579 (1952).
9) 山村雄一: 江上不二夫等編 "標準生化学実験" (1953) p.570.
10) W. W. WESTERFELD: J. Biol. Chem., **161**, 495～502 (1945).
11) 下田忠次郎・城照雄・国定則之: 農化., **28**, 223～226 (1954).
12) 竹中藤太郎: 生化学, **25**, 352～362 (1953).

# 魚類の変質とカルボニル体—II.*
## —魚肉の加熱によるホルムアルデヒドの生成—

太田冬雄
(鹿児島大学水産学部)

# Carbonyl Compounds in Fish as Related to the Deterioration—II.
## Thermal Production of Formaldehyde in Fish Flesh

Fuyuo Ota

1) By a short-time steam-heating, no appreciable amount of formaldehyde (FA) was produced from fish flesh, but by heating under pressure, it was produced to a measurable extent together with a considerable amount of dimethylamine (DMA). The amount of DMA thus produced was almost proportional to trimethylamine oxide (TMAO) contents in the flesh, whereas that of FA was not so (Table 1).

2) Thermal breakdown of TMAO was accelerated by the presence of fish extracts or certain kinds of amino acids (Table 2). The degree of decomposition of TMAO in the presence of cysteine was proportional to the concentrations of TMAO and cystein (Table 3). Quantitative ratio between these two decomposition products, however, was not theoretical in any case of experiments, which might be attributed to the some subordinate reaction of FA with certain kinds of amino acids (Table 4).

3) In several marine canned foods, content of FA was much less than that of DMA (Table 5).

前報[1]で魚類中の揮発性カルボニル体 (VC) を定量，検出する為の捕集方法として，水蒸気蒸溜法を適用し得る事を述べたが，この方法による加熱が，魚類自身からの VC の生成を来さないかという点に問題が残されている。というのは，古くから水産缶詰品中にはホルムアルデヒド (FA) の存在する事が知られており[2]，之が水産動物肉の加熱によつて生成されたものであり[3]，服部等[4]によると，その母体はトリメチルアミンオキサイド (TMAO) であるといわれているからである。

よつて前報記載の条件での蒸溜加熱が，FA の生成を来すかどうか，且つ加圧加熱された場合のその生成はどうか，更にその生成母体が TMAO であるとすると同時にデメチルアミン (DMA) を生ずる筈であるが，その生成との関係はどうか等，関連する事項について実験を行つた。勿論之等に関する研究は，すでに上述の様に少なからず見られるが，問題となる蒸溜加熱による生成如何は明らかでなく，又加圧加熱による生成にしても魚肉中の FA と DMA 両者の点から検討した報告は見当らない様である。最近，佐々木等[5]は魚肉中の TMAO が加熱によつて還元されトリメチルアミンを生ずる事を報告しているが，上述の様な分解現象には全く触れていない。

## 実　　験

### 1. 魚肉の加熱による FA, DMA の生成

サバ，イワシ及マアナゴの肉各 10 g に 0.093 M-TMAO 又は水の 4 cc づつを混和，その一部を前報記載の水蒸気蒸溜に附し，残部は三角フラスコに採り綿栓，オートクレーブ中で 113°C に 60 分加熱し，

1958 年 4 月 26 日受理

* 本報の大要は，日本缶詰協会研究会 (1957. 4. 清水) にて発表

後蒸溜液及び加圧加熱肉中の FA, DMA 量を測定，処理前のものと対比した。その結果が Table 1 である。(FA は NASH の方法[6] により定量，必要に応じ前報記載のペーパークロマトグラフィでその存在を確かめた。DMA, TMAO の定量は，夫々 DYER 法[7], DYER 等の改良法[8] によつた。又 VC の定量は前報の方法[1] によつた。以下の実験も同様である。) 即ち，生肉中，蒸溜液中には FA 殆ど全く認められず (蒸溜液及びその残部中の DMA の存在も認め難かつた)，TMAO を添加したものも殆ど同様で，VC としても TMAO 添加による増加は殆ど見られなかつた。従つてこの条件での蒸溜加熱では，VC の生成はないものと考えてよいと思う。しかし，加圧加熱したものでは明らかに両者の生成が見られ，且つ DMA の生成量は肉中の TMAO 量に比例し，更に TMAO を添加したものは，肉質のみの場合よりもいずれも多く生成され，少くも DMA の母体が TMAO である事は明らかになつた。しかし，同時に生じた等の FA の生成量は，TMAO 量に殆ど比例せず，TMAO をその母体とする事にむしろ疑問をいだかせる。しかし，この事は生成された FA が更に二次的な変化をなしたものと考えれば肯れる事で，事実，FA と DMA の生成比は TMAO の分解によつて得られるべき理論比とは著しく相異し，生成された FA の大部分が更に二次的に反応消失した事を思わせる (この点は，実験 2, 3 に於て明らかにされた)。

**Table 1.** Formation of FA and DMA in fish flesh due to heating with and without addition of TMAO. (mg.%)

| Fish flesh | TMAO in flesh | TMAO added or not[a] | Unheated | | Steam distilled, 10m. | | Heated, 113°C, 60m. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | FA | DMA | VC[b] | FA | FA | DMA |
| Sardine | 50.5 | not added | ±[c] | −[d] | 1.32<br>1.34 | ±<br>± | 0.15<br>0.18 | 0.75<br>5.64 |
| "Aodai" | 169.0 | not added | − | − | 0.24<br>0.24 | −<br>− | 0.10<br>0.13 | 2.37<br>3.27 |
| Mackerel | 82.6 | not added | ± | − | 0.76<br>0.77 | ±<br>± | 0.20<br>0.24 | 1.40<br>4.30 |
| Control[e] | 500.0 | | | | ± | − | ± | ± |

[a] To 10g fish flesh was added 4cc of 0.093M TMAO or water. [b] Volatile carbonyl compound. [c] Doubtful. [d] Negative. [e] Aqueous solution of TMAO.

次に注目されるのは，魚肉中の之等両者の生成量が，TMAO 単独 (対照) の場合よりも (肉質中の TMAO 量は少ないに拘らず) 遙かに多い事で，之は魚肉中に TMAO の分解を促進する物質の存在を予想させる。

**2. TMAO の加熱分解に対する魚肉抽出液，アミノ酸等の影響**

TMAO 液 (0.093M) の 2cc を試験管に採り，之にサバ肉の冷水及び熱水抽出液 (1 : 10)，又はその可溶性灰分液，或いは各種標品アミノ酸液 (0.02M) 等の各 2cc づつを加え綿栓，オートクレーブ中で 115°C に 60 分加熱し，FA, DMA の生成量を測定した。その中明瞭に影響の現われたもののみを Table 2 にかした。即ち，魚肉の冷水，熱水による抽出液では共に殆ど同様の生成促進が見られ，灰分によつても明らかな促進が見られたが，特にシスチン，システィン，トリプトファン等の影響は著しく大きく，グリシン，ロイシン等の場合にもかなりの影響が見られた。

尚，表には示さなかつたが，メチオニン，バリン，ヒドロオキシプロリンでは僅か乍ら明らかな影響が見られ，チロシン，ヒスチヂン，アラニン，リジン，アスパラギン酸，クレアチン，クレアチニン，葡萄糖，グアニン等では殆ど影響はなかつた。従つて，TMAO の分解促進には魚肉中の蛋白部分は殆ど関与せず，主としてエキス分中の特定のアミノ酸が影響しているものと考えられる。

更に TMAO 及びシスティンの濃度を夫々異にした場合の結果 (Table 3) によると，FA, DMA の生成

**Table 2.** Thermal breakdown of TMAO in the presence of fish extracts or various amino acids.[a]

| Additions to TMAO | TMAO in soln. mg/cc | FA | DMA |
|---|---|---|---|
| | | Produced, γ/cc | |
| Water | 3.49 | ± | ± |
| W. E.[b] | 3.57 | 4.0 | 60.0 |
| B. E.[c] | 〃 | 3.9 | 56.0 |
| (W. E.)[b'] | 0.03 | ± | 3.5 |
| (B. E.)[c'] | 〃 | ± | 1.6 |
| W. A.[d] | 3.49 | 4.2 | 5.6 |
| Cystine | 〃 | 16.0 | 80.0 |
| Cysteine | 〃 | 84.0 | 208.0 |
| Glycine | 〃 | 4.6 | 13.0 |
| Leucine | 〃 | 5.6 | 9.0 |
| Tryptophan | 〃 | 7.2 | 42.0 |

[a] Mixture of 2cc of 0.093M TMAO and 2cc of fish extract (1: 10) or 0.02M amino acids, was heated for 60m.at 115°C. [b] Water extract of mackerel flesh. [c] Boiling water extract of mackerel. [d] Water soluble ash of extract. [b'c'] To water was added W. E. or B. E.

**Table 3.** Influence of Cysteine on the thermal breakdown of TMAO

| Conc. in soln. (M) | | FA | DMA |
|---|---|---|---|
| TMAO | Cysteine | Produced γ/cc | |
| 0.05 | 0.005 | 19 | 62 |
| 〃 | 0.003 | 16 | 52 |
| 〃 | 0.001 | 4 | 11 |
| 0.02 | 0.005 | 5 | 23 |
| 0.01 | 〃 | 2 | ± |

量は TMAO, システィンの各濃度に比例し, TMAO が FA, DMA の母体であり, 特定のアミノ酸がその分解を促進している事は明らかである。しかも, 之等両実験における FA, DMA の生成比は前実験の場合と同様理論的でなく, FA の一部が二次的に反応消失した事が推定された。

### 3. 加圧加熱下における FA と魚肉抽出液及びアミノ酸との反応

TMAO の分解によつて生じた FA が共存物質と二次的に反応消失する事を確かめる為に, FA 液 (0.0025 M) の 2cc にサバ肉の冷水及び, 熱水による抽出液 (1 : 10), 及び除蛋白剤 (三塩化醋酸) 処理液 (1 : 10), 或いは各種標品アミノ酸液 (0.01 M) の各 2cc づつを加えて, 114°C に 60 分加熱し, FA の残留量をしらべた。その結果の中, 影響の大きかつたものを Table 4 に示した。即ち, 冷水, 熱水による抽出液及びシスチン, システィン, ヒスチヂン, アスパラキン酸, トリプトファン等の場合には, FA の著しい減少が見られた。尚表に示さなかつたが, リジンでは僅か乍ら減少があり, $NH_4Cl$ (0.1 M), 尿素 (0.01 M) では殆ど影響なく, 又グリシン, メチオニン, バリン, ロイシン, 及びヒドロオキシプロリン等で全く影響が見られなかつた。従つて, TMAO の分解によつて生成された FA が, 魚肉エキス分中の特定のアミノ酸と反応し減少した事は明らかである。従つて又実験における FA 生成量が TMAO 量に比例的でなかつた事も諒解されよう。

**Table 4.** Retention of FA in its aqueous soln. heated (114°C, 60m) with various annexes.

| Additions to FA soln.[a] | Retention of FA γ/cc | Additions to FA soln.[a] | Retention of FA γ/cc |
|---|---|---|---|
| Water | 7.2 | Cystine | 1.3 |
| W. E.[b] | 1.4 | Cysteine | 0.9 |
| 〃 (dil) | 3.3 | Aspartic a. | 1.8 |
| B. E.[c] | 1.5 | Histidine | 1.5 |
| 〃 (dil) | 4.5 | Tryptophan | 0.8 |
| D. E.[d] | 1.0 | | |

[a] To 2cc of 0.0025M-FA, 2cc of fish extracts (1: 10) or 0.01 M-amino acids was added. [b,c] Refer to Table 2. [d] Mackerel extract obtained by $CCl_3COOH$ treatment.

### 4. 水産缶詰品中の FA, DMA 含量

以上の結果から, 水産缶詰品中には FA 及び DMA が含有され, しかもその含量は前者に対し後者が遙かに多量な事が予想される。よつて市販の二

**Table 5.** Contents of FA and DMA in canned fish products. (mg.%)

| Canned foods | FA in | | DMA in | |
|---|---|---|---|---|
| | flesh | juice | flesh | juice |
| Mackerel, (S)[a] | 0.17 | 0.22 | 1.50 | 4.20 |
| Squid, (S)[b] | 0.15 | 0.15 | 19.70 | 25.00 |
| Salmon (B) | 0.12 | 0.13 | 1.92 | 2.38 |

[a] Seasoned [b] Boiled.

,三 缶詰品中の両者の含量を測定した。その結果が Table 5 で，明らかに両者が含有されるが，その含量比は FA が 200γ%以下なのに対し DMA は著しく多く 1～4 mg% イカ缶詰では 19～25 mg % にも達し，上述の推論が裏書きされた。

## 考　　察

水産動物肉の加熱によつて FA の生成される事は古くから知られ，その母体が TMAO である事もすでに殆ど確実であるが，今回の結果からも明らかに肯定される。しかもその生成に魚肉エキス分中の特定成分が大きく影響している事実は，注目されてよいと思う。従来，この点についての報告は殆ど見当らず，この実験終了後 TMAO から $Fe^{++}$ の存在でシスティンによつて，多量のトリメチルアミンと少量の DMA を生ずるという報告[9]に接したに過ぎない。

FA, DMA の生成に対し，加熱条件が影響する事は明らかであるが，前報記載の条件における蒸溜加熱は，少くも魚肉中の FA 従つて VC の生成に対し殆ど影響はないものと思われる。しかも，TMAO を添加したものも殆ど全く生成がなく，且つ鮮度を異にした試料の場合にも殆ど同様であつたから，一般的に問題はないであろう。しかし，TMAO 含量が多く，FA の生成され易いといわれる軟体類，甲殻類，及び板鰓類等の場合には厳密な注意を要するであろう。

次に，加熱分解によつて生成された FA の一部が，更に共存物質と二次的に反応するために，FA, DMA の生成比が理論的でない事は，実験 3 の結果から明らかであるが，この事は，FA が特定のアミノ酸と反応し易いという WODSWORTH等[10]の結果からも考えられることである。尚，フォルモール滴定法として，アミノ酸の定量に用いられるアミノ酸と FA との反応は，この場合（多分反応条件の点で）殆ど起らなかつたものと思われる。

又魚肉中の TMAO から加熱によつてトリメチルアミンを生ずるという佐々木等の報告[5]は，筆者の得た結果（反応液中の DMA 量について picrate 法[11]によつて得た値は，dithiocarbamate 法[7]によつた値よりも遙かに多かつた。）からも支持されると思う。尚，同氏らの結果中，試料蒸溜液についての picrate 法によつた値が，aconitic acid 法によつた値より大きかつたのは，トリメチルアミン以外に生成された DMA が加わつたためであろうと思われる。

## 要　　約

1) 水蒸気蒸溜（前報記載）の加熱では，魚肉からの FA の生成は殆ど全く見られなかつた。しかし，加圧加熱されると明瞭な生成が見られ同時に DMA が生成された。DMA の生成量は，肉質中の TMAO 量に比例したが，FA のそれは比例的でなかつた。2) TMAO の加熱分解は，魚肉エキス分或いは特定のアミノ酸の共存によつて促進された。システィンの共存における各分解産物の生成量は，システィン，TMAO の各濃度に比例して増減した。しかし，FA, DMA の生成比は，上述のいずれの場合にも理論的でなかつた。之は，FA が生成後，共存する特定の物質と反応したためである。3) 水産缶詰品中の FA, DMA の含有量は，後者に於て著しく高かつた。

終りに，この研究に関し御懇切な御指導を賜わつた，北大教授中村幸彦先生及び小幡彌太郎先生に深甚の謝意を表する。

## 文　　献

1) 太田冬雄：本誌，24，405–408 (1958)
2) G. LUNDE & E. MATHIESEN: J. Ind. Eng. Chem., **26**, 974～76 (1934).
3) 島崎米次郎・池田清三・高井仁八：日衛生化., **2**, 1～11 (1930).
4) 服部安蔵・長谷部俊彦：日衛生化., **6**, 326～332 (1934).
5) 佐々木林治郎・藤巻正生・小田切　敏：農化., **27**, 424～428 (1953).
6) T. NASH: Biochem. J., **55**, 416～421 (1953).
7) W. J. DYER: J. Fish. Res. Bd. Can., **6**, 359～367 (1945).
8) W. J. DYER, F. E. DYER & J. M. SNOM: J. Fish. Res. Bd. Can., **8**, 309～313 (1951).
9) E. B. VAISEY: J. Biochem. & Physiol., **34**, 1085～1090 (1956).
10) A. WODSWORTH & M. C. PANGBORON: J. Biol. Chem., **116**, 423～436 (1936).
11) 佐々木林治郎・藤巻正生：農化., **27**, 420～424 (1953).

# 暖冬期に於ける寒天の変敗防止に関する研究—V
## "ダンカン" 防止の実地試験について*

藤沢浩明・助川輝武
(兵庫県水産試験場)

# Studies on the Antisepsis of Agar During the Manufacturing Process in the Mild Winter—V.
## Application of Antiseptic Treatments to the Preservation of Agar Quality

Hiroaki Fujisawa and Terutake Sukegawa

In the previous papers, authors examined bacteriostatic effects of some antiseptics on causative microörganisms of agar spoilage, inhibitory effects of these agents on bacterial agarase, and effects of sterilizing the reed mats used in drying process of agar manufacturing.

In succession to these studies, antiseptic treatments were examined of their contribution to protecting the agar from undergoing spoilage in manufacturing. The results obtained are as follows:

(1) Among antiseptics added to an intermediate product, "tokoroten", hydrogen peroxide and chlorotetracycline were fairly effective for checking the agar spoilage.

(2) The antiseptic effects were exalted by soaking the reed mats in sodium hypochlorite solution.

## 緒　　言

関西地方に於て寒天の製造工程中にしばしば起る "ダンカン" を防止するためには，その原因である寒天分解細菌やその他の色素産生細菌の繁殖を阻止することと，寒天分解細菌の持つアガラーゼの作用を阻害すること等が考えられ，著者等は先に "ダンカン" 防止策に資する目的で，防腐剤或は殺菌剤の原因菌に対する繁殖抑制効力[1] 並びにアガラーゼに対する阻害効力[2] について基礎的実験を行い，さらに寒天製造用ヨシ簀の殺菌[3] について報告した。一方植田[1] は実際上の "ダンカン" 防止法について検討を行い，製造工程中のトコロテンに防腐剤を添加すればかなりの "ダンカン" 防止効果が認められることを発表している。著者等は従来の知見と今までに得た結果[1~3] から，トコロテンの防腐剤処理に加えてトコロテンの凍結乾燥に使用するヨシ簀の殺菌処理を行えば，より一層の "ダンカン" 防止効果が認められるのではないかと考え，若干の実験を行つたので，結果をここに発表する。

報告に先だち，本稿の御校閲を賜つた東京水産大学岡田稔之助先生，現地試験について種々御配慮を賜つた兵庫県寒天協同組合理事長福井貞蔵氏並びに終始激励を賜つた神戸大学荒賀康助教授に謹んで感謝の意を表する。またオーレオマイシンを寄贈された武田薬品工業株式会社並びに次亜塩素酸ソーダを寄贈された広島化学産業株式会社に対して深謝する。

## 実　験　の　部

### 1. 防腐剤をトコロテンに添加した場合の効果

**供試防腐剤:** 防腐剤として過酸化水素，次亜塩素酸ソーダ，クロロテトラサイクリン (C. T. C., オー

1957 年 12 月 11 日受理
* 本研究の要旨は 1956 年 10 月日本水産学会秋期大会に於て発表した。

クマイシソ）を用いた。

**実験方法**: 替越* の際に，上記の防腐剤をそれぞれの濃度になるように（過酸化水素 1/1,000～1/10,000，次亜塩素酸ソーダ 1/2,000～1/10,000，C. T. C. 1/100,000～1/500,000），小舟の中のトコロテン液**に添加し，液温*** の高いうちに充分攪拌して自然に凝固せしめた。次に肉眼的に同じ状態に汚染されたヨシ簀4枚を選び，同じ防腐剤を添加したトコロテンは無添加の対照と共に同一ヨシ簀上に，それぞれの濃度について2本づつを突き並べ，前報[3]と同様ヨシ簀ごと上3枚，下2枚，計5枚の莚で覆つてなるべく凍結させないようにし，3週間凍乾場に放置して（気温 −6～8°C），1週間ごとにトコロテンの変敗状態を観察した。その後莚を除き，常法通り凍乾させて寒天とし，その外観並びにゼリー強度から処理効果を検討した。

**実験結果**: Table 1 に見られるように，過酸化水素 1/5,000 以上，C. T. C. 1/200,000 以上添加の場合は，寒天のゼリー強度は余り低下せず且つトコロテン並びに寒天の外観も大した悪変化を示さず，いずれも著しい“ダンカン”防止効果のあることが認められた。また過酸化水素 1/10,000，C. T. C. 1/500,000 の場

**Table 1.** Effect of antiseptics on the agar spoilage

| Antiseptics | Concentration | "Tokoroten" Stage of spoilage after 7 days | after 14 days | after 21 days | Agar Grade of quality | Jelly strength (g/cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_2O_2$ | 1/ 1000 | − | − | − | − | 410 |
| | 1/ 2000 | − | − | − | ± | 400 |
| | 1/ 4000 | − | − | − | + | 400 |
| | 1/ 5000 | − | − | − | + | 400 |
| | 1/10000 | − | − | ++ | ++ | 300 |
| | Control | − | ++ | +++ | +++ | 120 |
| NaOCl | 1/ 2000 | − | − | + | + | 350 |
| | 1/ 5000 | − | ++ | +++ | +++ | 130 |
| | 1/10000 | − | ++ | +++ | +++ | 130 |
| | Control | − | ++ | +++ | +++ | 140 |
| C. T. C. | 1/100000 | − | − | − | ± | 390 |
| | 1/200000 | − | − | − | ± | 380 |
| | 1/500000 | − | − | ++ | ++ | 270 |
| | Control | − | ++ | +++ | +++ | 110 |

Signs (−, ±, +, ++, +++, ++++) show stage of spoilage in "tokoroten" and grade of quality in agar (Ref., the previous paper[6]).

* 製造工程中，ダイフネと呼ばれる沪過槽に溜つたトコロテン液をコブネ（長さ 89.5 cm，幅 39.5 cm，深さ 15.2 cm の木箱）に移す作業をカエコシという。

** 原藻1釜分（142.5 kg）の配合割合は次のようである。

| | |
|---|---|
| テングサ（上等） | 47.4% |
| テングサ（下等） | 28.4〃 |
| ヒラクサ | 4.2〃 |
| オニクサ | 2.1〃 |
| トリアシ | 17.1〃 |
| エゴノリ | 0.8〃 |

小舟1箱に約 45 kg のトコロテン液を入れて凝固させ，上下2段計 28 本に切断する。1本分の重量は約 1.6 kg である。

*** 防腐剤添加直後の温度は約 60°C であつた。

合でもかなりの効果が示された。次亜塩素酸ソーダ添加の場合は濃度 1/2,000 ではかなりの効果が示されたが，1/5,000 以下では全く効果が認められなかつた。また過酸化水素 1/1,000～1/4,000 添加の場合は植田[4]の報告に見られるように，対照の寒天よりもやや色沢が良好で漂白されることが認められた。C.T.C. 1/100,000 添加の場合，製品の色沢は対照よりも黒ずんで不良であつた。

**2. ヨシ簀の殺菌と防腐剤のトコロテンへの添加を併用した場合の効果**

前報[3]に於て次亜塩素酸ソーダ溶液によりヨシ簀を殺菌した場合かなりの効果が認められたので，1の実験結果のうち著しい効果を示した過酸化水素，C.T.C. 等の防腐剤のトコロテンへの添加とヨシ簀の殺菌処理とを併用した場合の効果について実験した。

**実験方法**: 肉眼的に汚染度の等しい6枚のヨシ簀を選び，それぞれ1枚を3等分して a, b, c の3区とし，各種別ごとに実験した。a 区は 10％次亜塩素酸ソーダ 1/1,000 溶液に 60 分間浸漬して殺菌し，その上に防腐剤を添加したトコロテン2本を突き並べ，b 区は殺菌処理せずに防腐剤を添加したトコロテン2本を突き並べ，c 区は対照として無処理のままトコロテン2本を突き並べた。1の実験方法と同様，ヨシ簀ごと莚で覆い3週間凍乾場に放置して変敗させた後莚を除き，以後常法通り凍乾させて寒天とし，その外観並びにゼリー強度から処理効果を検討した。

**実験結果**: Table 2 に見られるように，いずれの場合も a 区及び b 区の寒天は c 区の寒天よりも外観，ゼリー強度共にはるかに良好であり，著しい処理効果が認められた。また a 区と b 区の寒天を比較すると，ゼリー強度には殆んど差が認められないが，外観（裏面の着色程度）には差が認められ，a 区のものが b 区のものよりもやや良好であつた。

**Table 2.** Sterilization effect of reed mats on the quality of agar treated with antiseptics

| Antiseptics \ Treatments | Concentration | Treated with antiseptic and sterilized: Quality of agar | Treated with antiseptic and sterilized: Jelly strength of agar ($g/cm^2$) | Treated with antiseptic and not sterilized: Quality of agar | Treated with antiseptic and not sterilized: Jelly strength of agar ($g/cm^2$) | Control (Not treated): Quality of agar | Control (Not treated): Jelly strength of agar ($g/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_2O_2$ | 1/1000 | ± | 340 | + | 330 | ## | 180 |
| | 1/2000 | ± | 340 | + | 320 | ## | 160 |
| | 1/4000 | − | 400 | ± | 360 | ## | 110 |
| C.T.C. | 1/100000 | ± | 470 | + | 480 | ## | 190 |
| | 1/200000 | ± | 460 | + | 460 | ## | 160 |
| | 1/500000 | ± | 330 | + | 320 | ## | 110 |

## 考　　察

トコロテンに過酸化水素を添加した場合の“ダンカン”防止効果については，著者等も植田と同様の結果を得た。ただ添加濃度の高い場合，製品の色沢は対照よりも良好であるが，その後貯蔵中に褐色に変色し易いように思われる。また天突きの際無添加のトコロテンよりも折れ易いので，過酸化水素の添加によつてトコロテンのゼリー強度が低下するのではないかと考えられる。さらに寒天のゼリー強度にも影響を及ぼすのではないかと思われる。これらの点については今後明らかにする予定であるが，製品の品質低下に及ぼす影響からも過酸化水素の添加量を検討する必要がある。

C.T.C. 添加の場合も著しい効果が認められたが，寒天は細菌培養基の材料となるから，C.T.C. の使用に当つては製品中の残存量或は培養基とした時の細菌の繁殖に及ぼす影響等から慎重に検討する必要があ

る。従つて添加防腐剤としては，製造工程中に分解されて製品に残存する虞れのない過酸化水素の方が C. T. C. よりも適していると思われる。

ヨシ簀の殺菌と防腐剤の添加を併用した場合は，防腐剤の添加のみの場合よりも寒天裏面の着色度が低いことが認められたので，“ダンカン”防止策としては，先ずヨシ簀を 10 % 次亜塩素酸ソーダ 1/500～1/1,000 溶液に 30～60 分間浸漬して殺菌処理した後，気象状況に応じて過酸化水素 1/5,000～1/10,000 をトコロテンに添加する方法が有効適切であると思われる。

## 要　　約

“ダンカン”防止のための実地試験を行い次の結果を得た。

1. 製造工程中トコロテンに過酸化水素 1/5,000 以上，C. T. C. 1/200,000 以上添加することによつて著しい効果が示された。また過酸化水素 1/10,000, C. T. C. 1/500,000 添加の場合もかなりの効果が認められた。

2. 次亜塩素酸ソーダによるヨシ簀の殺菌と上記防腐剤のトコロテンへの添加を併用することによつて，さらに効果を増すことが認められた。

3. 防腐剤を添加した場合，製品中の残存量，貯蔵中の変色，ゼリー強度の低下，培養基材料としての適否等から防腐剤の製品の品質低下に及ぼす影響を考慮する必要があるが，本試験の段階では，“ダンカン”防止策としては，ヨシ簀を 10 % 次亜塩素酸ソーダ 1/500～1/1,000 溶液に 30～60 分間浸漬して殺菌処理した後，気象状況に応じて過酸化水素 1/5,000～1/10,000 をトコロテンに添加する方法が有効適切であると思われる。

## 文　　献

1) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**23**，641～646 (1958).
2) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**22**，30～34 (1956).
3) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**24**，19～23 (1958).
4) 植田正勝：大阪府水産試験場報告，寒天の製造工程における腐敗及びその対策について，(1955).
5) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**23**，308～309 (1957).

# Chemical Studies on Volatile Constituents of Seaweed XIII.* On Volatile Constituents of *Laminaria* sp.

Teruhisa KATAYAMA

(*Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University*)

The present work was undertaken in order to clarify the difference in voltatile constituents of chlorophyceae, rhodophyceae and phaeophyceae, and to determine the principles of aromatic and odorous components of *Laminaria* sp. Fractionation of volatile components was carried out by the method described in earlier papers[1)2)3)]. The vapor phase in the distillate contained methanethiol, acetone, propionaldehyde, and trimethylamine, and the amine fraction in the condensed phase gave picrates of m.p. 196–198°C, and m.p. 188–189°C, picrolonates of m.p. 209–210°C, and m.p. 192–193°C. Fatty acid fraction contained formic, acetic, propionic, butyric, valeric, caproic, capric, and palmitic acids, the phenol fraction contained *p*-cresol, and the carbonyl fraction contained benzaldehyde, valeraldehyde, furfural, $\alpha$-methylfurfural, and an unknown compound that gave 2, 4-dinitrophenylhydrazone of m.p. 202–203°C. The characteristic odor of this seaweed was found to originate from the methanethiol fraction in the vapor phase, amine fraction, lower fatty acids and unsaturated fatty acids in the fatty acid fraction, and the phenol fraction in the condensed phase. The principle of aromatic component of *Laminaria* sp. is composed of the carbonyl fraction and terpene fraction. The characteristic aroma of this seaweed was found to evolve by the addition of a minute amount of this fraction of odorous components to the foregoing aromatic component fraction.

## Experimental

The crude material, *Laminaria* sp., was collected and air-dried at Konbumori, Kushiro-mura, Kushiro-gun, Hokkaido in 1956, a 160 kg. aliquot was submitted to steam distillation. Yield of volatile component was approximately 0.058%, the fractionation of volatile components was made according to the method described elsewhere[1)2)3)], with some improvements and is represented in Diagram 1.

*Received April 18, 1958.*

* Chemical Studies on Volatile Constituents of Seaweed—XII. This Bulletin **22**, 253, 1956.

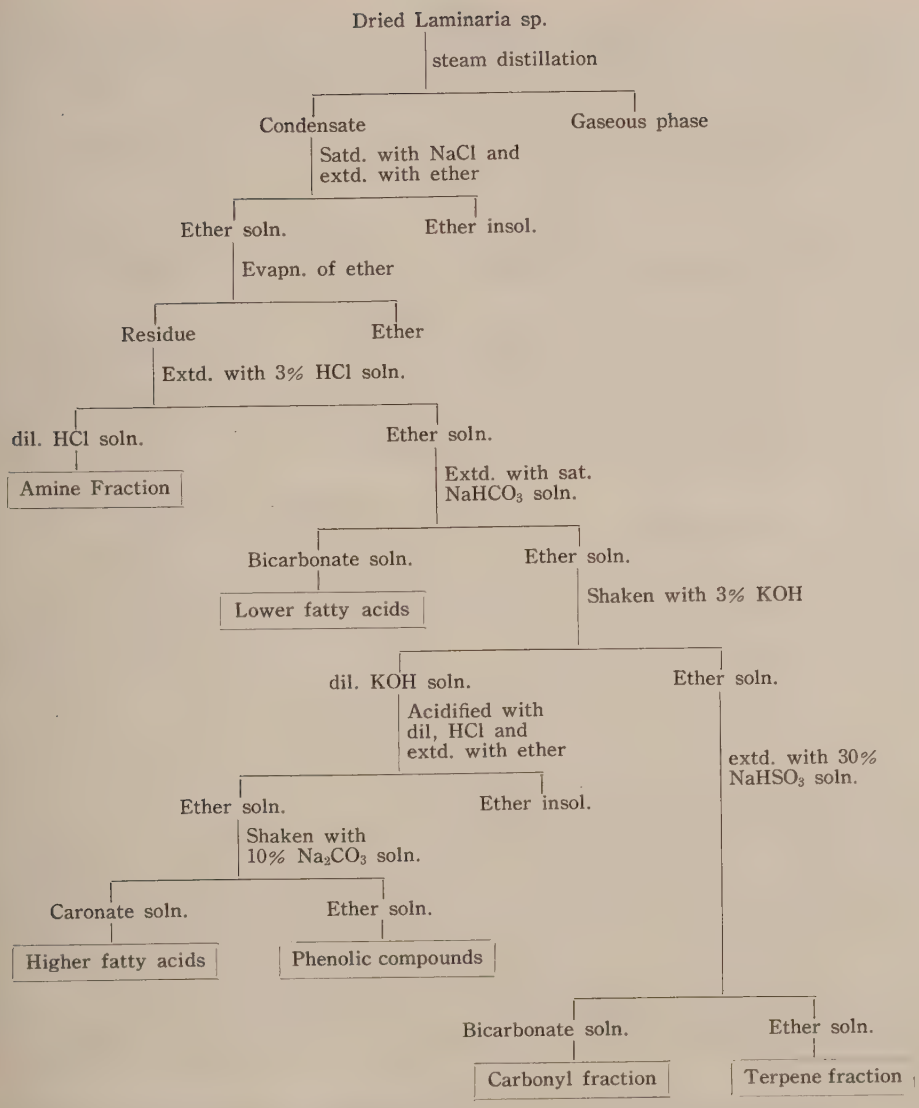



Diagram 1. General Scheme for Separation of Volatile Constituents.

1. **Yield of Each Fraction of Volatile Components:** The yield of each fraction obtained from 80 kg. of dried *Laminaria* sp. is given in Table 1.

**Table 1.**

| | Fraction | Yield (g) | Reaction for S | Odor |
|---|---|---|---|---|
| Vapor phase | 1. Methanethiol as $HgCl_2$ salt | 0.1 | + | Unpleasent odor |
| | 2. Acetone and Propionaldehyde | 0.6 | − | Odorous |
| | 3. Trimethylamine as hydrochloride | 0.05 | − | Unpleasent odor |
| Condensed phase | 4. Amine fraction as hydrochloride | 1.1 | − | Unpleasent odor |
| | 5. $NaHCO_3$-soluble fraction (lower fatty acid fraction) | 5.9 | − | Odorous |
| | 6. $Na_2CO_3$-soluble fraction (higher fatty acid fraction) | 6.1 | − | Odorous. |
| | 7. Phenol fraction | 3.0 | − | Odorous |
| | 8. Carbonyl fraction | 1.9 | − | Aroma |
| | 9. Neutral fraction (terpene fraction) | 7.3 | + | Aroma |

2. **Isolation of Volatile Component from Each Fraction.**

I) **Isolation from Distillation Vapor Phase.**

a) **Isolation of Methanethiol:** The vapor phase that did not condense during steam distillation was passed through saturated mercuric chloride, yellowish black precipitate being formed. The presence of sulfur was tested qualitatively by fusion with metallic sodium. This mercuric chloride double salts blackened at a temperature 230°C. and on heating with dilute hydrochloric acid evolved an odor. This vapor was absorbed in alcoholic solution of sodium hydroxide and addition of sodium nitroprusside resulted in reddish violet coloration, clearly indicating the presence of mercaptan.

The mercuric chloride double salts that generate mercaptan by decomposition with hydrochloric acid or other acids include the double salt of disulfide (RS-SR), besides the double salt of alkanethiol (R-SH). The lowest member of the former, dimethyl disulfide ($CH_3S$–$SCH_3$), has a boiling point of 117°C. (at atmospheric pressure) and because the properties of the mercuric chloride double salt obtained in the present experiment was identical with that of methanethiol, found in a large amount in *Digenia simplex*[4], the presence of methanethil was established.

b) **Presence of Acetone and Propionaldehyde:** The vapor phase was further passed through a solution of 2, 4-dinitrophenylhydrazine sulfate and the precipitate

of 2, 4-dinitrophenylhydrazone thereby formed was collected by filtration. The precipitate was dissolved in benzene and the solution was passed through a column filled with activated almina.[5] The two yellow bands were collected separately and each was submitted to paper chromatography,[3] The Rf values of 0.86 and 0.83 so obtained agreed respectively with that of the 2, 4-dinitrophenylhydrazones of acetone and propionaldehyde.

c) **Isolation of Trimethylamine:** The distillation vapor phase was further passed through 3% hydrochloric acid solution and the solution colored pale yellowish brown. On making this solution alkaline with concentrated potassium hydroxide evolved an unpleasent odor. When let into alcoholic solution of picric acid, some crystals were precipitated out. When recrystallized from ethanol, a crystal of m.p. 214°C. was obtained, which showed no lowering of the melting point when mixed with the picrate (m.p. 216°) of trimethylamine.

II) **Isolation from Condensate Fraction.**

The condensate fraction was saturated with sodium chloride and extracted with ether. The ether layer was dried over anhydrous sodium sulfate.

a) **Fraction Soluble in 3% Hydrochloric Acid (Amine Fraction):** The ether solution of the essential oil was shaken with hydrochloric acid in order to isolate amines. When the acid solution was evaporated to dryness under reduced pressure a brownish mixture of hydrochlorides was obtained. This was extracted with hot chloroform and divided into two portions.

(i) **Chloroform-soluble Fraction:** Evaporation of chloroform left a brown oily substance which evolved a strong odor of amines on making alkaline with 10% potassium hydroxide solution. The oily substance was extracted with ether, the ether solution was evaporated to a small volume, and added with a saturated ether solution of picric acid. The pale yellow precipitate thereby formed gave on being recrystallized from ethanol a picrate as needle crystal, m.p. 196–197°C.

An aliquot of the ethereal solution of the oil substance was dissolved in ethanol and added with ethanolic solution of picrolonic acid. The pale yellow precipitate so formed was recrystallized from ethanol, yielding a picrolonate of needls crystal, m.p. 209–210°. Both picrate and picrolonate were then analyzed.

(ii) **Chloroform-insoluble Fraction:** The chloroform-insoluble fraction was made alkaline with 20% potassium hydroxide solution and extracted with ether. When the ether was evaporated after drying the solution, a pale yellow oily substance with a strong aminelike oder was obtained.

The oil did not crystallize on being chilled in a fraction mixture. A small amount of this oil was dissolved in ethanol and added with a saturated ethanolic solution of picrolonic acid. A precipitate obtained yielded needle crystals of m.p. 192–193°C. upon recrystallization from ethanol. Another portion of the oil was dis-

solved in ether and added with a saturated ether solution of picric acid. The precipitate gave on recrystallization from ethanol crystalline picrate of m.p. 188–189°C. Both were then analyzed.

b) **Fraction Soluble in Saturated Bicarbonate Solution:** The crude oil left after the removal of amines was extracted with saturated solution of sodium bicarbonate and the bicarbonate solution was acidified with hydrochloric acid, and submitted to extraction with ether. The ether, after drying the solution, was evaporated. The paper chromatogram of the residue by the INOUE's method[1)6)] indicated the presence of formic (0.45), acetic (0.53), propionic (0.66), butyric (0.76), and valeric acid (0.88).

A small amount of the residue was treated with thionyl chloride by the method of INOUE and others[7)], and changed into 2, 4-dinitrophenylhydrazones which was submitted to paper chromatography with a mixture (10:2:1) of methanol-acetic acid-tetralin as the developer. The presence of caproic (0.83) and capric acid (0.64) was established.

c) **Fraction Soluble in 3% Potassium Hydroxide and 10% Sodium Bicarbonate (Higher Fatty Acid Fraction):** The ether solution of the crude oil, left after removal of the amines and bicarbonate soluble portion, was shaken throughly with 3% potassium hydroxide and the mixture was allowed to stand over night in order to break the emulsion. The potassium hydroxide solution was acidified with hydrochloric acid and extracted with ether. The ether extract was shaken further with 10% sodium carbonate solution in order to separate higher fatty acids from phenols. The carbonate-soluble fraction was acidified with dilute hydrochloric acid, extracted with ether, and the ether was evaporated after drying.

The carbonate-soluble fraction contained saturated and unsaturated fatty acids. Their separation was carried out by the method reported in Part I of this series[5)]. Recrystallization of saturated fatty acid from ethanol afforded crystals melting at 61–62° which formed a *p*-bromophenacyl ester of m.p. 85°. The ester crystal showed no depression in melting point on admixture with the corresponding ester of palmitic acid. Thus the presence of palmitic acid was confirmed. Unsaturated acid were then investigated.

d) **Fraction Soluble in 3% Potassium Hydroxide but Insoluble in 10% Sodium Carbonate (Phenol Fraction):** The fraction soluble in 3% potassium hydroxide solution which was obtained after removal of the fraction soluble in 10% sodium carbonate, was washed three times with saturated sodium chloride solution, dried, and the ether was evaporated. The pale brown oily substance with cresol-like odor was submitted to chromatostrip[2)] with 30% ethyl acetate-hexane mixture as the developer, the papergram was sprayed with 2% aqueous solution of phosphomolybdic acid, and a spot of Rf 0.54 was obtained. The spot corresponded to that of *p*-cresol.

e) **Fraction Soluble in 30% Sodium Bisulfite (Carbonyl Fraction):** The ether

solution of crude oil, lift after removal of amines, fatty acids, and phenol fraction, was repeatedly shaken with 30% sodium hydrogen sulfite solution and the combined sulfite solution was made alkaline with sodium carbonate. This was subjected to steam distillation, the distillate was saturated with sodium chloride, and extracted with ether. Evaporation of ether after drying left a pale yellow oily substance which had an aroma of cinnamaldehyde. The oil reduced the Fehling solution and formed a 2, 4-dinitrophenylhydrazone. This oil was submitted to chromatostrip[3] and sprayed with a solution of 2, 4-dinitrophenylhydrazine sulfate, by which three spots appeared at Rf 0.18 (pink), 0.27 (red), and 0.47 (pink). In order to collect larger amount of each hydrazone separately, a chromatoplate was prepared in the following manner: A silica gel-gypsum pixture was spread on a commercial plate glass, 15 cm. in width and 25 cm. long, by the same method as described in Part III of this series[2], and dried for 1.3 hours at 80°C. in a reverse-current drier. The carbonyl compound was spotted on a base line was drawn at a 5 cm-distance from one end, developed within a sample bottle of 17 cm. in internal diameter. When a solution of 2, 4-dinitrophenylhydrazine sulfate was sprayed after development, three bands of 2, 4-dinitrophenylhydrazones with Rf values of 0.18 (C), 0.27 (B), and 0.47 (A) were obtained.

(1) **Isolation of Benzaldehyde and Valeraldehyde:** The band with Rf value of 0.47 (A) in the above chromatoplate was collected, dissolved in benzene, and the solution was submitted to column chromatography using activated alumina as the adsorbent[5]. Two bands of yellow (I) and pink (II) color were obtained. On evaporation of benzene from the yellow band (I) elute with benzene under reduced pressure in carbon dioxide atmosphere remained a pale yellow oil from which crystals were divided on cooling. Single recrystallization from methanol gave plate crystals of m.p. 98°C. which unchanged on admixture with the corresponding derivative (m.p. 98°C.) of commercial valeraldehyde.

| Sample mg. | $N_2$ cc. | (Temp. °C. | Pressure mm. Hg) | N% |
|---|---|---|---|---|
| 1.985 | 0.3573 | 22.2 | 764.5 | 20.94 |
| Theoret. | $C_{11}H_{14}N_4O_4$ | | | 21.05 |

When benzene was also evaporated from the pink band (II) elute with benzene in carbon dioxide atmosphere, a 2, 4-dinitrophenylhydrazone sparingly soluble in methanol and ethanol was obtained. Recrystallization from ethanol-ethyl acetate mixture (1:2) afforded crystals melting point at 241–242°C. which was undepressed on admixture with 2, 4-dinitrophenylhydrazone (m.p. 214–242°C.) of commercial benzaldehyde.

| Sample mg. | $CO_2$ mg. | $H_2O$ mg. | C % | H % |
|---|---|---|---|---|
| 3.209 | 6.408 | 1.020 | 54.49 | 3.56 |

| Sample mg. | $N_2$ cc. | (Temp. °C. | Pressure mm.) | N % |
|---|---|---|---|---|
| 2.868 | 0.4652 | 14.6 | 765.9 | 19.40 |
| $C_{13}H_{10}N_4O_4$ | | C % | H % | N % |
| Theoret. | | 54.54 | 3.46 | 19.58 |

(2) **Isolation of 2, 4-Dinitrophenylhydrazones of α-Methylfurfural and an Unknown Substance of m.p. 203–204°C:** The 2, 4-dinitrophenylhydrazone with Rf 0.27 (B, red color) was dissolved in benzene and submitted to column chromatography with activated alumina as adsorbent, giving two bands of pink (I) and red (II).

Benzene was evaporated from the pink band (I) elute with benzene in carbon dioxide atmosphere under reduced pressure, and then orange needle crystals of m.p. 222–223°C. were obtained. No depression of the melting point occurred on admixture with the corresponding derivative (m.p. 223°) of α-methylfurfural.

| Sample mg. | $CO_2$ mg. | $H_2O$ mg. | C % | H % |
|---|---|---|---|---|
| 3.149 | 5.739 | 0.931 | 49.73 | 3.31 |
| Sample mg. | $N_2$ cc. | (Temp. °C | Pressure mm. Hg) | N % |
| 2.428 | 0.4236 | 23.1 | 764.2 | 20.22 |
| $C_{12}H_{10}N_4O_5$ | | C % | H % | N % |
| Theoret. | | 49.68 | 3.22 | 19.80 |

The 2, 4-dinitrophenylhydrazone forming the red band (II) was dissolved in benzene and removal of the solvent under reduced pressure in carbon dioxide atmosphere gave rise to a red 2, 4-dinitrophenylhydrazone of m.p. 196–198°C. For further purification, 30 mg. of this hydrazone was dissolved in 20 cc. of chloroform, and was submitted to column chromatography using a mixture (2:1) of silica gel (Mallincrodt) and Celite (Johns-Manville) as adsorbent and 2% ethyl ether-petroleum ether as the developing solvent[8]. A brown adsorbed band and a small amount of pink band were obtained. The brown band was eluted with benzene, benzene removed and the residue was recrystallized from methanol. A reddish brown needle crystals were obtained. Recrystallization from methanol afforded crystals melting at 203–204°C. and repeated recrystallizations failed to raise the melting point. The substance is now being analyzed.

(3) **Isolation of Furfural:** The 2, 4-dinitrophenylhydrazone giving a spot of Rf 0.18 (pink) was dissolved in benzene and submitted to column chromatography with activated alumina as adsorbent. A yellow band (I) and a red one (II) were obtained. Benzene was distilled off under reduced pressure in carbon dioxide atmosphere, from the yellow band (I) elute and the residue was recrystallized from ethyl acetate-methanol (1:2) mixture, yielding yellow needle crystals of m.p. 205–206°C. A distilled commercial furfural (b.p. 161°C.) was derived into its 2, 4-dinitrophenyl. hydrazone. On submitting it to column chromatography with activated alumina as

adsorbent and benzene as the developer, cis (m.p. 208°C.) and trans (230°C.) derivatives were separated[6]. Admixture of the above crystals of m.p. 205–206°C. with the cis derivative (yellow needles, m.p. 208°C.) of the 2, 4-dinitrophenylhyrazone of furfural showed no depression of the melting point.

The residue from the red band (II) was recrystallized from methanol-ethyl acetate mixture (2:1). A red prismatic crystals so obtained, m.p. 229–230°C. given no depression of the melting point on admixture of these crystals with the trans derivative (red prisma m.p. 230°C.) of the 2, 4-dinitrophenylhydrazone of furfural.

The contents of the carbonyl compounds are tabulated in Table 2.

**Table 2.** Chromatographic Separation of a Mixture of 2, 4-Dinitrophenylhydrazone.

| Rf value of Chromatostrip | Column Chromatography | Compound (2, 4-Dinitrophenyl-hydrazone) | Content (%) |
|---|---|---|---|
| 0.47 (pink) | Pink (II) | Benzaldehyde | 32 |
| | Yellow (I) | Valeraldehyde | 8 |
| 0.27 (red) | Red (II) | Unknown, m.p. 203–204°C. | 10 |
| | Pink (I) | α-Methylfurfural | 40 |
| 0.18 (pink) | Red (II) | Furfural (trans) | 10 |
| | Yellow (I) | Furfural (cis) | |

### 3. Characteristic Odor and Aroma of *Laminaria* sp.

The aroma-giving components of *Laminaria* sp. are carbonyl compounds (benzaldehyde, valeraldehyde, α-methylfurfural, furfural, and a compound forming 2, 4-dinitrophenylhyrazone of m.p. 203–204°C.) and terpenes (α-pinene, *d*-limonene, linalool, and generaniol[10]). The odor of *Laminaria* sp. originates from methanethiol, acetone, propionaldehyde, and trimethylamine in the vapor phase, amine fraction, lower and unsaturated fatty acid fractions, and the phenol fraction of condensed phase. It has been experimentally demonstrated that the characteristic aroma of *Laminaria* sp. can be reproduced for the first time when a small amount of the odorous fraction is added to the foregoing aroma-giving fraction.

## Summary

1. The presence of dimethyl sulfide, which was found to be present in the volatile component of *Ulva pertusa*[5], *Enteromorpha sp.*[11], and in *Codium*[12], was not detected but the presence of methanethiol, whose presence in *Digenoa simplex* had

been established[4], was demonstrated.

2. As volatile components of *Laminaria* several compounds were isolated such as methanethiol, trimethylamine, acetone, propionaldehyde; amine I (picrate, m.p. 196–198°; picrolonate m.p. 209–210°C.), amine II (picrate, m.p. 188–189°C.; picrolonate, m.p. 192–193°), formic, acetic, propionic, butyric valeric, caproic, capric, palmitic acids, *p*-cresol, benzaldehyde, valeraldehyde, $\alpha$-methylfurfural, furfural, and a carbonyl compound which formes a 2, 4-dinitrophenylhydrazone of m.p. 203–204°C.

3. The aroma-giving components of *Laminaria* sp. are benzaldehyde, valeraldehyde, $\alpha$-methylfurfural, furfural, a carbonyl compound which forms a 2, 4-dinitrophenylhydrazone of m.p. 203–204°C., and terpenes ($\alpha$-pinene, *d*-limonene, linalool and geraniol[10]). It was found that the characteristic aroma of *Laminaria* sp. can be artificially made for the first time when these aromatic components are mixed with a small amount of the odorous components of *Laminaria* sp., such as methanethiol, trimethylamine, amines I and II in the condensed phase, lower fatty acids, and unsaturated fatty acids.

The author expresses his deep gratitude to Prof. Tomiyama of the University of Kyushu for his kind guidance throughout the course of this work. A part of the expenses for this work was defrayed by a Grant in Aid for Scientific Research for 1957 from the Ministry of Education which is gratefully acknowledged.

## References

1) T. Katayama: This Bulletin, **19**, 793 (1953).
2) T. Katayama: This Bulletin, **21**, 412 (1955).
3) T. Katayama: This Bulletin, **21**, 416 (1955).
4) T. Katayama: This Bulletin, **24**, 205 (1958).
5) T. Katayama and T. Tomiyama: This Bulletin, **17**, 122 (1952).
6) Y. Inoue and M. Noda: J. Agr. Chem. Soc. Japan, **24**, 29 (1951).
7) Y. Inoue and M. Noda: Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, **19**, 214 (1955).
8) B. E. Gordon, H. D. Burnham, and L. G. Jones: Anal. Chem., **23**, 1054 (1951).
9) L. I. Braddock, K. Y. Garlow, L. I. Grim, A. F. Kirpatrick, S. W. Pease, A. J. Pollard, E. F. Price, T. L. Reismann, H. A. Rose, M. L. Willard: Anal. Chem., **25**, 301, (1953).
10) T. Katayama: Paper read before the Western Local Meeting of the Agricultural Chemical Society of Japan in Fukuoka, July, 1957.
11) T. Katayama: This Bulletin, **21**, 420 (1955).
12) T. Katayama: Paper read before the General Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, April, 1954. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ. **2**, 1958 in press.

# The Effect of ATP on the Viscosity of Squid Actomyosin

Juichiro J. Matsumoto
*(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)*

Previously, a protein fraction containing an actomyosin or an actomyosin-like protein was isolated from the salt extract of squid muscle.[1] Although the similarity of the protein to rabbit actomyosin was suggested as far as the high viscosity, the intense streaming birefringence (SB), and the salting-in range were concerned, further evidences are awaited for identification. The most prominent characteristic of the actomyosin which is the dominant contractile protein of the rabbit muscle is that it shows the responses in its physical states to the addition of adenosinetriphosphate (ATP). For instance, the high viscosity of actomyosin solution in 0.5~0.6 M KCl is caused to fall rapidly by ATP and after a while, recovers gradually.[2)3)4)] Mommaerts has divided this process into "the viscosity response" (initial drop) as well as "the recovery effect", and the intermediate stage of low viscosity lying between these two stages has been called "the splitting time" by Csapó. Along with the change in viscosity, the changes in SB, and light scattering are observed during the response to ATP.[5)] Current idea concerning the mechanism of these changes is as follows:

In the initial drop of viscosity (viscosity response), shift from left to right in Equation 1 occurs.

$$\text{actomyosin} \underset{\longleftarrow}{\overset{+\text{ATP}}{\longrightarrow}} \text{actin} + \text{myosin} \qquad (1)$$

Then ATP is decomposed enzymatically by ATPase of myosin or actomyosin (splitting time).

$$\text{ATP} \xrightarrow{\text{myosin or actomyosin (ATPase)}} \text{ADP} + \text{P} \qquad (2)$$

When the quantity of ATP is reduced down beneath a definite level, shift from right to left in Equation 1 takes place (recovery effect). As far as reported in literatures, actomyosin of striated muscles and actotropomyosin of uterus unstriated muscle[6)] show such response with regard to the effect of ATP, while isolated preparation of either myosin, actin or tropomyosin does not. Therefore, the presence of the response would prove the possibility of the existence of an actomyosin or an actomyosin-like

*Received May 14, 1958.*
Contribution B No. 287 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo.
Read before the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, April 3, 1957.

protein such as, for example, actotropomyosin, in the tested preparation.

The present paper deals with some aspects of the response to ATP of the viscosity of the actomyosin preparation obtained by the procedure reported in the last paper.[1]

## Experimental

### Methods

Unless otherwise stated, methods employed are the same with the previous reports.[1)7)8)] To exclude the injurious effect of heavy metal ions on the ATPase activity, glass redistilled water was used in all experiments.

*Material*: Mantle muscle was taken from common squids, *Ommastrephes sloani pacificus* Steenstrup, of either male or female (body weight 270～510 g.) which were caught from November to February.

*Extraction and preparation*: A procedure fitting the properties of squid protein as reported previously[1)] was followed. To 30～50 g. of minced muscle, 0.6 M KCl of 5～9 times of its amount (m*l*./g.) was added, homogenized for 1 min., in a baffle-plated Waring blendor[9)] and centrifuged for 20 min. at 4,000 r.p.m. (1,500～2,800 *g*). To the viscous supernatant 2 volumes of water were added dropwise, hereby the protein is precipitated 3 times at 0.2 M KCl. The last precipitate is dissolved into 0.5 M KCl solution by adding 2.4 M KCl, resulting in a very opaque and intensely streaming birefringent solution (pH 6.3～6.9, protein concentration 5.7～10.3 mg./m*l*.) in which 41～49% of total muscle proteins were present. Besides the solution was highly viscous, it gave rise, on standing, to a thixotropic gel. Since the greater part of the treatment was done in a cold room (0～4°C.), the liquid temperature did not exceed 10°C. even immediately after centrifugation.

*Viscosity*: Measurement were done at 20°C. by either of two viscometers used in the previous study.[10)] The time of outflow of the viscometers for 5 m*l*. of 0.5 M KCl were 12.7 sec. and 14.6 sec. respectively and the capillary diameter was 0.7 mm. After keeping the protein solution in the thermostat for 5～10 min., 0.05 m*l*. of 0.5 M·KCl solution with or without added $CaCl_2$ or $MgCl_2$ was added, and then 0.1 m*l*. of ATP solution was added and the change of viscosity was followed.

ATP: ATP-$K_2$ salt of Zellstofffabrik was dissolved in 0.5 M KCl and neutralized to pH 6.0. The concentration of the used solution was 43.8 mg./m*l*. ($7.5\times10^{-2}$M). The test of purity was omitted.

### Results

**(A) Effect of ATP**

When ATP was added to the actomyosin preparations of squid of various concentrations, the viscosity changed as shown in Fig. 1. So, the viscous component of

the actomyosin preparation of squid proved itself to show, on the addition of ATP, the viscosity response and the recovery effect as actomyosins of rabbit and carp do. Therefore, also in the case of the squid actomyosin preparation, a process similar to that of Equations 1 and 2, *i.e.*, dissociation of actomyosin, action of ATPase, and recombination of actomyosin, or some similar processes if not identical, might have occurred. However, it should be noted that the decreased viscosity after ATP addition was recovered so rapidly that the stage which should be referred to as the splitting time was not found. If the extent of the viscosity drop was revealed in terms of ATP-sensitivity of WEBER *et al.*,[5)11)] the values ranged from 46 to 84% as shown in Table 1. ATP-sensitivity appeared to decrease with the decrease in protein concentration. The values at higher protein concentrations were slightly lower than but comparable with those of rabbit

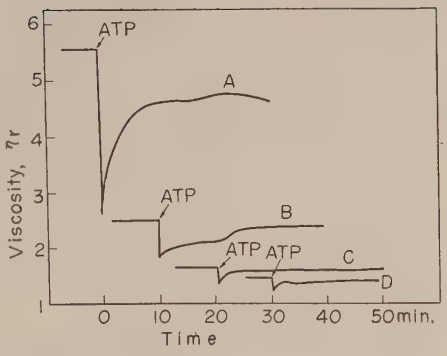



**Fig. 1.** Changes of viscosity of squid actomyosin preparation upon added ATP.
KCl, 0.5 M; pH~6.9; 20°C.
For other conditions see Table 1.

**Table 1.** Changes of the effect of ATP on the viscosity of squid actomyosin preparation of various concentrations during cold storage

| No. | Protein concentration (mg./ml.) | Time after dissolution (hr.) | Relative viscosity | | | Viscosity number ($Z_\eta$) at $\eta_0$ | ATP-sensitivity* (%) | Extent of recovery** (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Before adding ATP $\eta_0$ | After adding ATP $\eta_{ATP}$ | After recovery $\eta_1$ | | | |
| IA | 10.0 | 24.5 | 5.56 | 2.56 | 4.65 | 0.17 | 84 | 76 |
| IB | 6.69 | 21.5 | 2.52 | 1.77 | 2.30 | 0.14 | 62 | 74 |
| IC | 5.00 | 25.5 | 1.67 | 1.41 | 1.62 | 0.10 | 46 | 82 |
| ID | 3.35 | 21.0 | 1.47 | 1.28 | 1.39 | 0.12 | 56 | 70 |
| IIA | 10.0 | 45 | 3.48 | 1.87 | 2.98 | 0.13 | 100 | 75 |
| IIB | 6.69 | 43 | 1.89 | 1.49 | 1.86 | 0.10 | 60 | 94 |
| IIIA | 10.0 | 72 | 2.26 | 1.76 | 1.94 | 0.08 | 44 | 65 |
| IIIB | 6.69 | 70 | 1.59 | 1.39 | 1.51 | 0.07 | 44 | 64 |
| IVA | 10.0 | 91 | 1.99 | 1.70 | 1.80 | 0.07 | 30 | 36 |
| IVB | 6.69 | 96 | 1.49 | 1.40 | 1.43 | 0.06 | 18 | 34 |

* $\frac{\ln \eta_0 - \ln \eta_{ATP}}{\ln \eta_{ATP}} \times 100$,  ** $\frac{\ln \eta_1 - \ln \eta_{ATP}}{\ln \eta_0 - \ln \eta_{ATP}} \times 100$.

actomyosin (60~180%), or carp actomyosin (~116%).[11)12)]

The once-fallen viscosity recovered sooner but the recovered value did not reach the level observed before the addition of ATP. If a function, $(\ln \eta_1 - \ln \eta_{ATP})/(\ln \eta_0 - \ln \eta_{ATP}) \times 100$ ($\eta_0$, $\eta_{ATP}$, $\eta_1$; the relative viscosity values before and after adding ATP and the value after recovery respectively) was calculated to compare the extent of recovery, results were as shown in Table 1, wherein the value ranged from 70 to 82%.

The amount of ATP used in this experiment was 7.5~19 g. moles per $10^5$ g. protein.

**(B) Change of the ATP-response during the cold storage of protein solution**

As reported in the previous paper,[1)] the actomyosin of squid is less stable than actomyosins of rabbit and carp, and changes its solubility behavior during the cold storage. Therefore, the effect of storage of the solution on the response to ATP was examined. As Table 1 shows, the viscosity of the actomyosin preparation decreased day by day, the ATP-sensitivity as well as the extent of recovery appearing to fall simultaneously.

**(C) Effect of Ca and Mg ions**

The ATPase activity of rabbit actomyosin has been known to be promoted by Ca ion and inhibited by Mg ion in the presence of ~0.5 M KCl.[2)13)14)] Thus, response to ATP of the viscosity of squid actomyosin preparation was studied at 0.001~0.01 M of Ca or Mg ion concentration, because the promoting or inhibiting effect of the respective ions on the rabbit actomyosin ATPase is most marked at these concentrations. Fig. 2 and Table 2 were obtained. In this case, the precipitated actomyosin was washed 2 times with 0.05 M KCl[15)16)] after the preparative procedure described above, in order to avoid the contamination with the water-soluble Mg-activated ATPase.[2)13)]

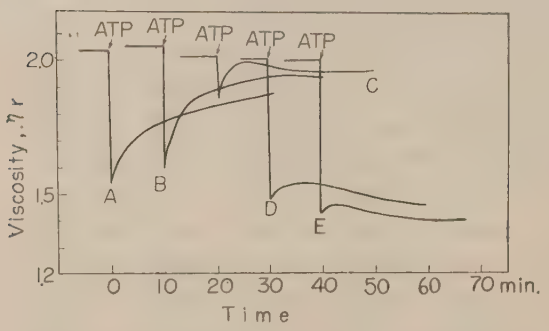



**Fig. 2.** Effect of bivalent ions on the ATP-response of viscosity of actomyosin preparation of squid.
KCl, 0.5 M; pH~6.3; 20°C.
For other conditions see Table 2.

In the presence of Ca ion (Curves B and C), the ATP-sensitivity was lower and the extent of recovery was higher compared with the control (Curve A). These effects were more marked in the higher concentration of Ca ion.

In the presence of Mg ion (Curves D and E), the once-fallen viscosity appeared to recover slightly, but, no sooner, the recovery stopped and then the viscosity tend-

**Table 2.** A quantitative aspect of Fig. 2.

| Curve | Protein concentration (mg./ml.) | Synergist | Relative viscosity | | | Viscosity number ($Z_\eta$) at $\eta_0$ | ATP-sensitivity (%) | Extent of recovery (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Before adding ATP $\eta_0$ | After adding ATP $\eta_{ATP}$ | After recovery $\eta_1$ | | | |
| A | 6.32 | —— | 2.04 | 1.52 | 1.86 | 0.13 | 70 | 77* |
| B | 6.32 | 0.001 M $CaCl_2$ | 2.05 | 1.57 | 1.93 | 0.14 | 56 | 84 |
| C | 6.32 | 0.01 M $CaCl_2$ | 2.01 | 1.84 | 1.99 | 0.13 | 14 | 84** |
| D | 6.32 | 0.001 M $MgCl_2$ | 2.00 | 1.48 | 1.54 | 0.13 | 100 | 13** |
| E | 6.32 | 0.01 M $MgCl_2$ | 2.00 | 1.43 | 1.46 | 0.13 | 95 | 9** |

* The maximum value 30 min. after the addition of ATP was deemed as $\eta_1$.
** The maximum value on the recovery curves were deemed as $\eta_1$.

ed to decrease slowly. The ATP-sensitivity of these cases was larger and the extent of recovery was by far smaller than that of the control (Curve A). Also in the presence of 0.01 M Ca ion, the slow decrease of the once-recovered viscosity was shown.

The effect of Ca and Mg ions will be discussed later. The quantity of ATP used in these experiments was 16.3 g. moles per $10^5$ g. protein.

## Discussion

The present results show that the viscosity of the actomyosin preparation of squid obtained by the method of the previous report responds in 0.5 M KCl to ATP in a simillar manner to rabbit actomyosin. The viscosity response as well as recovery effect according to MOMMAERTS' notation[3)4)] were found. Therefore, it is thought that this preparation might contain a complex protein which undergoes a dissociation by ATP, breaks down the ATP by its own ATPase activity and then recombines into the complex protein.

Nevertheless, there is a few points which deserve to one's attention.

In the most cases of the rabbit actomyosin, a state of low viscosity which succeeds the addition of ATP lasted for a duration so that it was referred to as "the splitting time". In the present results, with squid actomyosin preparation, the recovery of viscosity was so rapid that a stage corresponding to the splitting time was not significant. If the ATPase activity of squid actomyosin is high, it may be responsible for such difference. But as far as the ATPase activity estimated from liberation of inorganic phosphate is concerned, the activity of squid myosin is not very high.[17)18)]

Though the splitting time was absent in few cases of the experiments with rabbit actomyosin[3)19)], with uterus muscle protein[4)] and with myosin B of *Pecten*[20)], in the case of squid actomyosin, its absence appears rather consistent. Hence this fact might be related to a characteristic of squid actomyosin.

The effect of Ca and Mg ions on the recovery effect seems to be in opposite sides with each other. According to the MOMMAERTS' point of view, the results of Fig. 2 and Table 2 might lead to a proposition that the ATPase activity of the squid actomyosin is, at 0.5 ionic strength, promoted by Ca ion of 0.001~0.01 M and inhibited by Mg ion of 0.001~0.01 M. However, since the difference among the recovery slopes of Curves A, B and C are insignificant, the effect of Ca ion is not apparent. With the effect of Mg ion (Curves D and E), an increasing stage with a comparable slope with Curves A~C is found for a short time immediately after the fall by ATP, although the extent of recovery is markedly depressed. Hence these results with regard to Ca or Mg ion might have been attributable not to the effect on ATPase activity but to some unknown factors. At any rate, it is apparent that the recovery effect was promoted with Ca ion while it was depressed with Mg ion.

As shown in Table 2, the ATP-sensitivity (viscosity response) appears to have been depressed with Ca ion, but enhanced with Mg ion.

This fact may be in accordance with MOMMAERTS' suggestion from experiments on rabbit actomyosin[3] which was confirmed by the light scattering study of YAGI *et al.*[21] on *Pecten* myosin B.

In Curves C, D and E of Fig. 2, the once-recovered viscosity tended to fall. Though the reason remains obscure, it seems that the system is affected by a Ca or Mg ion. Such behavior might be another characteristic of squid actomyosin.

In Table 1, it is apparent that the viscosity, the ATP-sensitivity as well as the extent of recovery fell during the storage of the solution. This fact will be explained in the following way. If the viscous complex protein tends to dissociate into less viscous components, the amount of the complex may decrease gradually, which results in the fall in ATP-sensitivity. On the other hand, if the component proteins tend to lose the recombinating capacity, it may lead to the decrease in the extent of recovery.

These changes in the viscosity, the ATP-sensitivity and the extent of recovery appear to run parallel with the finding of the previous work[1], that the component which is less soluble at lower ionic strengths decreases in amount during storage of the solution. Therefore, this component appears to be responsible for the high viscosity, and for the response of viscosity to added ATP of the actomyosin preparation of squid.

The viscosity number of the squid actomyosin preparations which is shown in Tables 1 and 2 seemes lower compared with those of actomyosins of rabbit (0.3~0.5)[6][11] and of carp (0.50~0.54)[12]. However, since the viscosity number of the squid actomyosin preparation was variable from sample to sample and since the viscosity number of each sample decreased with time after dissolution, further study is needed for this point.

At any rate it is most probable that the present preparation contains a homolo-

gue of the contractile muscle proteins, though it is distinct from rabbit and carp actomyosin in detailed properties.

The present author has been found previously, that repeated extractions of squid muscle with water give rise to dissolving out of an asymmetric protein which should be contained in the myosin fraction of the salt extract.[7] From experimental bases, this protein was presumed to be an actomyosin-like protein which is distinct from so-called actomyosin in some properties such as the solubility in water, being referred to as M-actomyosin.[8] Also in M-actomyosin, the addition of ATP produced viscosity drop, succeeded by a recovery effect which is inhibited by Mg ion and promoted by Ca ion.[10] It would be interesting that, both with the present actomyosin preparation and with M-actomyosin, the once-recovered viscosity fell again if either Ca or Mg ion was present. That the salting-in behavior is apt to become less precipitable during storage, would be another characteristic shared by these two proteins.[1)22)]

Therefore, it seems likely that M-actomyosin from aqueous extract of squid is identical with the actomyosin preparation from salt-extract, though further confirmation is needed for the conclusion.

## Summary

1) The actomyosin preparation of squid muscle obtained with a procedure of the previous report showed, upon the addition of ATP, a viscosity change which is similar to the case with rabbit actomyosin. The viscosity fell quickly after adding ATP (viscosity response), a gradual recovery succeeding it (recovery effect). But the so-called splitting time was not found in the case of squid protein. The values of the ATP-sensitivity were of a level comparable with rabbit actomyosin.

2) If the protein solution was stored in the cold, the viscosity and the ATP-sensitivity were found to decrease.

3) The recovery effect was promoted by 0.001～0.01 M Ca ion, and inhibited by Mg ion of the same concentration.

4) It appeared that the ATP-sensitivity was depressed by Ca ion while it was enhanced by Mg ion.

5) The once-recovered viscosity was found to decrease again, if either Ca ion or Mg ion was present.

6) Probably the actomyosin preparation of squid might contain a homologue of the contractile muscle proteins, though it is not identical with actomyosin of rabbit and carp in detailed properties.

7) From comparison of actomyosin preparation with M-actomyosin obtained from aqueous extracts of squid, the identity of these proteins was suggested as far as the response to ATP and the salting-in behaviors are concerned.

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. MIGITA for his valuable advise, to Prof. S. MIZUSHIMA and Prof. T. ANDO for their encouragement and to Miss M. AKIBA for her technical assistance.

## References

1) MATSUMOTO, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **24**, 125～132 (1958).
2) ENGELHARDT, V. A.: Advances in Enzymology, **6**, 147～191 (1947).
3) MOMMAERTS, W. F. H. M.: *J. Gen. Physiol.*, **31**, 361～375 (1948).
4) CSAPÓ, A.: *Nature*, **164**, 702～703 (1949).
5) WEBER, H. H. and PORTZEHL, H.: Advances in Protoin Chemistry, **7**, 161～247 (1952).
6) SNELLMAN, O. and TENOW, M.: *Biochim. Biophys. Acta*, **13**, 199～208 (1954).
7) MIGITA, M. and MATSUMOTO, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 641～652 (1954).
8) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **23**, 92～104 (1957).
9) MIGITA, M. and MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **22**, 561～568 (1957).
10) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **23**, 775～781 (1958).
11) PORTZEHL, H., SCHRAMM, G., and WEBER, H. H.: *Z. Naturforsch.*, **5b**, 61～78 (1950).
12) HAMOIR, G.: *Arch. intern. phsiol. et biochem.*, **63**, suppl. (1955).
13) BAILEY, K.: "The Proteins" Vol. 2, Part B. Academic Press, New York (1954) 951～1055.
14) WATANABE, S., TONOMURA, Y. and SHIOKAWA, H.: *J. Biochem.* (*Jap.*), **40**, 387～402 (1953).
15) MIYAZAKI, R., TERAYAMA, Y. and YUTAZAKA, Y.: *Sapporo Med., J.*, **5**, 209～212 (1952).
16) WATANABE, S.: "Standard Methods of Biochemistry", Edited by AKABORI, S. *et al.*, Bunkyudo, Tokyo, 1953, p. 245.
17) DE VILLAFRANCA, G.: *Biol. Bull.*, **108**, 113～119 (1955).
18) MATSUMOTO, J. J.: Unpublished data.
19) DAINTY, M., KLEINZELLER, A., LAWRENCE, A. S. C., MIALL, M., NEEDHAM, J., NEEDHAM, D. M., and SHEN, S. C.: *J. Gen. Physiol.*, **27**, 355 (1944).
20) TONOMURA, Y., YAGI, K., and MATSUMIYA, H.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **64**, 466～479 (1956).
21) YAGI, K.: *J. Biochem.* (*Jap.*), **44**, 337～345 (1957).
22) MATSUMOTO, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **24**, 29～36 (1958).

# 無機塩によるアサリ毒の変質

右田正男・神名孝一
(東海区水産研究所)

# Deterioration of the Shell-Fish Poison "Venerupin" by Inorganic Salts

Masao Migita and Koichi Kanna
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

In the previous paper the authors have shown that shell-fish poison "Venerupin", found in the livers of short-neck clam and oyster in Hamana Lake, when added into sea water, cannot be recovered without effecting a serious loss. In the usual course of recovery the solution is evaporated on a water-bath at 60°C. But this cannot be considered as a primary cause, for the poison has been proved to be stable against heat. Thus the authors were led to the assumption that salt might be responsible for the loss of poison. In order to ascertain this a series of experiments were carried out with the following results.

1. When the shell-fish poison was added to 1~3% NaCl solution and recovered from it, 60% of the original toxicity was lost (Table 2, A). The loss of the poison was amounted to 80%, when recovered from 30% NaCl solution (Table 2, B). On the other hand the poison was recovered without any loss from the aqueous solution (Table 2, 0).

2. After the shell-fish poison was kept saturated with an excess of salt for two different periods, it was recovered by direct extraction with 99% MeOH. Thus it was avoided to evaporate up aqueous solution of the poison in the presence of NaCl. The toxicity was found to be considerably decreased even by a short contact with NaCl and the decrease became more and more pronounced on a prolonged contact (Table 3).

3. In order to avoid heating the poison in the presence of salt, the shell-fish poison was added to 5% saline solution and its toxicity was assayed without extracting the poison. No loss of the poison was observed if the poison was kept in the saline solution only for a short time, while decrease in toxicity was observed either on heating the solution at 100°C. for 30 min., or on prolonged storage (over 3 days) of the solution (Table 4).

4. Salts caused loss of the poison in the following order, when it was recovered from dilute salt solutions (Table 5)

$$Na_2SO_4,\ K_2SO_4 > KCl > NaCl\ .$$

5. If the poison was ground with salts, diluted with water and assayed without being extracted, salts lowered toxicity of the poison in the order

$$Na_2SO_4 \text{ anhyd.} > NaCl > K_2SO_4\ ,$$

$K_2SO_4$ having scarcely any effect (Table 6).

6. $Na_2SO_4$ showed such an intense effect that a definite loss of the poison was observed by mere dissolution of the poison in 5% $Na_2SO_4$ solution (Table 6 note***).

As to the reason for decrease in toxicity caused by mere dissolving the poison in a dilute salt solution, some physiological effect of salt on mice can be left out of consideration. Because the shell-fish poison is not of an acute nature, and because it was actually proved in the cases of NaCl (Table 3) and $K_2SO_4$ (Table 6) that injection of the poison together with a dilute salt solution did not necessarily cause decrease in toxicity.

1958 年 5 月 19 日受理
東海区水産研究所業績B第 286 号

In conclusion, salts seem likely to produce such a change in the shell-fish poison as to decrease its toxicity. This change is facilitated by heat. Thus in working with the shell-fish poison one must always mind about the possibility of deterioration of the poison due to coexistent inorganic salts.

## 緒　　言

アサリ毒は極めて不安定なものらしく，種々の試薬によつて変質し毒性を失つたり，その中毒症状が変つてくることが従来しばしば経験されている (Table 1)。

最近われわれは海水中に加えたアサリ毒は回収し難いことを知り，アサリ毒は食塩によつても変質されるのではないかという疑をもつた[1]。実事そうであるならば貝毒の取扱い上注意すべきことであり，また貝毒の化学構造の究明に一つの手懸りを与えるものと考えこれについて詳細に実験を行た。

**Table 1.** Deterioration of shell-fish poison, "Venerupin"

| Purity of poison (L.D.* mg.) | Treatment | Change in toxicity | Author |
|---|---|---|---|
| 0.25 | Heated with alcoholic HCl | Detoxified | HATTORI, et al.[2] |
| 1.0 | $HgCl_2$ | Characteristic symptoms of acute liver atrophy not observed. Time to death unchanged | 〃 |
| 1.5 | Picric acid | Detoxified (90%) | 〃 |
| 0.1 | $KBiI_4$ (DRAGENDORF's reagent) | Time to death shortened | ISHIDATE, et al.[3] |

* Lethal dose: Amount of dry matter which contains sufficient poison for killing a mouse of 15g. weight.

## 実　　験

**供試貝毒**　昭和28年3月31日浜名湖碇瀬で採集したアサリ肝臓より常法[4]により抽出したアサリ毒エキスで次のような性質のものである。

乾物 66.7 mg/cc, 毒力 100≪200 MU/cc, 致死量 (LD) 0.33≪0.67 mg。

この毒を簡略のため本文では 100 MU の毒とよぶことにする，従つて例えば "20 MU の毒を加え" とあるのはこの毒エキス 0.2cc を加えることである。

**毒の検定**　注射液の濃度と注射量をかえて体重 15±1g のマウス3尾の腹腔に注射し，アサリ毒の特異症状（急性肝萎縮症—肝に赤色又は黄色の斑点が現われ，2～6日の間に死ぬ）を以て，2尾を殺した時を陽性の結果とし，それから 15g のマウス1尾を確実に殺すに足りる毒量を算出し，これを単位（マウス単位 MU）として供試液中の毒量を示す。

### I. アサリ毒に対する食塩の作用

(A) 汽水及び海水程度の濃度の食塩水からのアサリ毒の回収

**実験方法**　1, 2, 3% 食塩水夫々 50 cc に，アサリ毒 20 MU を加えた液を，60°C の水浴上送風蒸発乾涸し，析出食塩を充分すり潰し，99% メタノール 20～30 cc を少量宛加えアサリ毒を抽出，抽出液を蒸発シラップを蒸溜水に溶解 2cc となし，常法により生物試験を行つた。もし回収操作中に毒の損失がなければ，各注射液 1cc は 10 MU の毒を含んでいる筈である，しかるに生物試験の結果は Table 2, A 1, A 2, A 3 に示すように，何れの場合も 4 MU に低下していた。一方対照としてアサリ毒に蒸溜水を加えた 0 では毒は完全に回収されている。即ちアサリ毒は汽水，海水程度の食塩水で処理しても明かに毒の損失をきたす。しかし食塩のこの範囲の濃度では毒の損失量に差はない。たとえあつても毒の検定法の誤差範囲内のも

のである。

**Table 2.** Recovery of the shell-fish poison from NaCl solution

| No. | Salt | Concn. of salt (%) | Vol. of soln. (cc.) | Shell-fish poison added(M.U./cc.) | Poison recovered* (M.U./cc.) | Extractant (cc.) | Dry matter in injection (g.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | None | 0 | 50 (Dist. water) | 20 ≪ 40 | 10 ≪ 20 | 99% MeOH 20 | |
| A 1 | NaCl | 1 | 50 | 〃 | 4 ≪ 10 | 〃 〃 | |
| A 2 | 〃 | 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 〃 | |
| A 3 | 〃 | 3 | 〃 | 〃 | 〃 | 99% MeOH 30 | |
| B 1 | 〃 | 30 | 10 | 〃 | ＜2 | 99% MeOH 15 | 0.6 |
| B 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 2 ≪ 4 | 80% EtOH 15 | 0.8 |

* Each injection should contain 10 ≪ 20 M.U./cc., if the poison is not affected by the treatment.

(B) 30% 食塩水中からのアサリ毒の回収

高濃度の食塩溶液から毒を回収する場合の毒の損失をみるために 30% 食塩水を用い，A と同様の実験を行つた。この場合は濃縮後多量の食塩中から毒を抽出しなければならない。従つてアサリ毒と食塩に対する溶剤の抽出能力が結果に大きな影響があると考えられるので，溶剤としてメタノールの外 80% エタノールを用いて結果を比較した。

**結　果**　Table 2, B 1, B 2 に示すように，抽出剤にエタノールを用いてもメタールを用いても，A の場合に比較し著しい毒の損失がみとめられ，一応塩の濃度の影響が明かなようである。但し塩から毒を抽出するために，実験Aでは 20～30 cc のメタノールを，Bではメタノール又はエタノールを 15cc しか用いていない，従つてそのために実験Bでは毒の回収率が小さかつたのではないかという懸念もあるが，生物試験の結果は溶剤の使用量の差に基くよりも大きな差を示しているように思う。この実験で溶剤の量を少くしたのは，A の場合に比し食塩の量が多いので，30cc を用いると抽出される塩の量が著しく多くなり，注射液を作るために再び蒸発，抽出を行わねばならず，それに基く毒の損失を来たす心配があるためである。毒液を加えた食塩溶液を蒸発すると毒液中の不純物のため塩は淡褐色に色づく，溶剤 10cc で処理してもこの色はとれないが 15cc では完全に脱色されるので，毒の抽出も大体完全に行われたと推察される。

(C) 食塩との接触時間の影響

回収操作中アサリ毒が多量の食塩水と蒸発乾涸されることをさけるため，次のような方法によつて食塩との接触時間の長短によつて毒の損失が異るか否かをみた。

**実験方法**　アンプル中に食塩 1.5 g を入れアサリ毒 20 MU（毒エキス 0.2cc）を加え，対照は直ちに 99% メタノール 20cc で抽出後メタノールを除去し，蒸溜水で 2cc とし，他はアンプルの口を封じそのまま室温 29～32°C で 7 日間放置後先と同様に処理してアサリ毒の回収量をみた。

**結　果**　Table 3 のごとく食塩にアサリ毒を加え直ちにメタノール抽出した時は 4 MU であるが，7

**Table 3.** Recovery of the shell-fish poison from saturated NaCl solution

| Sample | Expected toxicity of injection (M.U./cc.) | M.U./cc. recovered after storage at 29～30°C. for | |
|---|---|---|---|
| | | 0 day | 7 days |
| NaCl 1.5 g. ＋ The crude shell-fish poison 0.2 cc. (20 ≪ 40 M.U.) | 10 ≪ 20 | 4 ≪ 10 | ＜2 |

The poison was directly extracted with 99% MeOH, MeOH was driven off, and the residue was dissolved in 2cc. of water, and assayed.

日間放置すると毒量は更に ＜2MU に低下する。即ち回収の途中アサリ毒が多量の食塩水と蒸発乾涸されることをさけても，毒を過剰の食塩と接触させると回収される毒の量は減り，接触時間が長くなると損失は増す。

(D) マウス致死量以下の食塩によるアサリ毒の変質

上記一連の実験でアサリ毒を食塩溶液から回収しようとすると毒の損失を来すことは明らかであるが，毒の回収の際には必ず加熱操作が入つている。そこで単に食塩の存在のみで，加熱を受けない場合でも毒の損失が起るか否かをみるため，加えた毒の抽出を行わずそのまま注射液となしうるように食塩の量はマウスに対する致死量以下とした。

**実験方法**　滅菌した 5% 食塩溶液 0.9cc（食塩 0.045g）及びアサリ毒 10MU（原液 0.1cc）を二組の滅菌アンプルに入れ直ちにアンプルの口を封じ，一組はそのまま室温（23～25°C）に放置，一組はこれを 100°C に 30 分加熱した後放置し，3日及び6日後各組の毒量をしらべた。生物試験に際してはアンプルの内容をそのまま注射液とした。また対照として一つは調製直後のアンプルの内容をそのまま，一つはアンプルの内容を蒸発皿に入れ 60°C の水浴上で送風蒸発乾涸後蒸溜水に溶解 1cc とし滅菌したものを用いた。

**結　果**　Table 4 に明かなようにごく短時間（1時間以内）しか食塩と接触しない場合は毒力の低下は認められないが，これを加熱すれば 60°C 位でも必ず毒力の低下を来す，また加熱処理を行わなくても，少くとも3日間食塩と接触するとやはり毒の損失がおこる。この場合加熱操作が加わつても，加わらなくても毒の損失は同じであるが，6日間食塩と接触させた場合は，加熱によつて更に毒の損失が加わる，このことは実験Cの結果 (Table 3) と一致する。

**Table 4.** Deterioration of the shell-fish poison by NaCl of concentration below the lethal dose for a mouse

| Sample | Heat treatment of injection | Expected toxicity of injection (M.U./cc.) | M.U./cc. recovered after storage at 23～25°C. for | | | Remaks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0 day | 3 day | 6 day | |
| Crude shell-fish poison 0.1 cc (10 ≪20) in 0.9 cc. of 5% NaCl soln.(NaCl 0.045g.) | None | 10 ≪ 20 | 10 ≪20 | 4 ≪10 | 4 ≪10 | The poison was assayed directly with the sample solution without being recovered. |
| 〃 | 100°C., 30 min. | 〃 | 4 ≪10 | 〃 | ＜2 | |
| 〃 | Dried up at 60°C. and dissolved in $H_2O$ up to 1cc. | 〃 | 〃 | | | |

ここに注意すべきは Table 4 の結果は貝毒を致死量以下の食塩と共にマウスに注射してえられたものである。従つて結果にあらわれた毒力の低下又は毒の損失は，食塩による毒成分の変質に基くものでなく，食塩が貝毒に対するマウスの感受性を低下させたためではないかということも一応考えられる。しかしアサリ毒が急性毒でないことを考えればこの懸念はまずあたらない，事実ごく短時間しか食塩と接触させない場合は毒力の低下が全く認められないことは，毒の損失は食塩の変質作用によるものであることを示すものである。

## II. 塩の種類による影響の比較

アサリ毒は食塩の存在によつて毒力の損失を来すことが明かになつたので，塩の種類によつてこの作用がどう変るかをみるため，塩化カリ，硫酸ソーダ及び硫酸カリのアサリ毒に及ぼす影響をしらべた。

(A) 低濃度の塩化カリ，硫酸ソーダ及び硫酸カリのアサリ毒に及ぼす影響

実験ⅠAと比較するため食塩，塩化カリ，硫酸ソーダ，硫酸カリの 0.25M 溶液及び食塩，塩化カリの 0.5M 溶液を用い，実験ⅠAと全く同じ条件で処理し毒の検定を行つた。

**結　果**　Table 5 に示すように塩化物については Na より K の方が毒を変質させる力がつよく，硫酸塩は塩化物よりも作用が大きい。

塩化カリも食塩の場合と同じく 0.5M 以下の濃度では，濃度による影響の差は見られない。

(B) 高濃度の食塩，硫酸カリ及び無水硫酸ソーダのアサリ毒に及ぼす影響

高濃度の塩でアサリ毒を処理ししかもアサリ毒を抽出することなくそのままうすめて注射液となしうるように，次のような実験方法を用いた。

**Table 5.** Recovery of the shell-fish poison from dilute salt solutions

| Salt | Concn. of salt M | Concn. of salt % | Vol. of soln. cc. | Shell-fish poison added (M.U./cc.) | Poison recovered (M.U./cc.) | Extractant (cc.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NaCl | 0.25 | 1.5 | 50 | 20 ≪ 40 | 4 ≪ 10 | 99% MeOH 30 |
| 〃 | 0.5 | 2.9 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 〃 |
| KCl | 0.25 | 1.9 | 〃 | 〃 | 2 ≪ 4 | 〃 〃 |
| 〃 | 0.5 | 3.7 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 〃 |
| $Na_2SO_4$ | 0.25 | 3.5 | 〃 | 〃 | 1 ≪ 2 | 〃 〃 |
| $K_2SO_4$ | 〃 | 4.3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 〃 |

Each injection should contain 10 ≪ 20 M.U./cc., if the poison is not affected by the treatment.

**実験方法**　食塩，硫酸カリ及び無水硫酸ソーダ各 0.1g にそれぞれアサリ毒 0.2cc (20 MU) を加えすり潰した後蒸溜水にて溶解 2cc (1cc 中塩類 0.05g 含有) となし，(A) 1cc は直ちに生物試験を行い，(B) 残りの 1cc はアンプルに入れ 100°C 30 分加熱後生物試験を行つた。

**結　果**　Table 6 に示すように食塩においては A, B とも 4MU，硫酸ソーダではいづれも 2MU に低下している。硫酸カリでは加熱しなかつたものは 10 MU でアサリ毒の損失はみられなかつたが，加熱すると 10 MU 以下となる。この場合毒力の下限は求めることができなかつた，これはカリ塩の毒性のため 0.1cc 以上の注射量を試みることができない (15 ± 1g のマウスは注射量 0.5cc で 6 分，0.25cc では 8 分で死亡する) ためである。

**Table 6.** Recovery of the shell-fish poison from high concentration salt solutions

| | Heat treatment of injection | Expected toxicity of injection (M.U./cc.) | M.U./cc. NaCl | $K_2SO_4$ | ***$Na_2SO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | None | 10 ≪ 20 | 4 ≪ 10 | *10 ≪ 20 | 2 ≪ 4 |
| B | 100°C., 30 min. | 〃 | 〃 | ** < 10 | 〃 |

The shell-fish poison (20 ≪ 40 M.U./cc.) was ground with 0.1 g. salt and diluted to 2cc.. The half is immediately and the other is after heating at 100°C. for 30 min. subjected to estimation of poison.

* Mice were killed in rather shorter period (with in 24 hours), but the characteristic symptoms of acute liver atrophy were apparent.

** Owing to toxicity of potassium salt, injection more than 0.1 cc. cannot be used.

*** 4 ≪ 10 M.U./cc. was obtained when the poison was dissolved in sterilized 5% $Na_2SO_4$ solution and injected.

食塩の場合低濃度の液にアサリ毒を短時間ふれさせただけで加熱しなければ毒は変質しなかつた (実験 I D, Table 4) が，食塩の濃度がきわめて高いこと加熱されなくてもアサリ毒の損失がおこる。一方硫酸ソーダの場合は，滅菌した低濃度 (5%) の溶液に毒をとかし直ちに注射しても，明かに毒力の低下がみられる (Table 6 註***)。

高濃度でアサリ毒の毒力を低下させる作用は $Na_2SO_4 > NaCl > K_2SO_4$ の順で，硫酸カリの作用はごく弱い。このことは低濃度の硫酸カリはアサリ毒に対して硫酸ソーダと同程度で，食塩よりもはるかに強い変質作用をもつていることをのした実験 II A の結果 (Table 5) と矛盾するようであるが，必ずしもそうではない。何故ならば Table 5 の場合はアサリ毒を溶液から抽出してから検定しているが，この場合は抽出処理がふくまれていないからである。

尚ここにみられた毒力の低下は貝毒に対する各種塩の変質作用によるものであつて，注射液中の塩の共存

するためにおこるマウスの感受性の低下によるものでないことは，食塩（Table 4）及び硫酸カリ（Table 6, A）については単に注射液中に生物試験に用いた程度の塩が存在するだけでは毒力の変化の見られないことから明かである。

硫酸ソーダについては直接の証明はないが，具毒が急性毒でないことからやはり同様に考えられる。従つて $Na_2SO_4 > NaCl > K_2SO_4$ なる順位は具毒に対する各塩の変質作用の大さを示すものといえる。

## 考　　察

アサリ毒がかなり耐熱性の物質であること—秋葉[4]によると 100°C，3時間；109°C，1時間の加熱にも耐える—はアサリ毒研究の初期からよく知られており，アサリ毒の分離精製に広く利用されてきた。一方中性塩に対する安定性ということは全く考えられもしなかつたが，本実験によると塩の存在の下では著しく熱に対して不安定となり，1% の食塩水と共に 60°C の水浴で加熱しても6割の毒の損失をおこす（Table 1）．塩の存在はこのように耐熱性を失わせるばかりでなく，室温でも長時間（3日）のうちには同様毒の損失をおこす（Table 4）。即ち熱の作用は従であつて塩こそ毒を変質せしめる主役といえる。

海水中に加えられたアサリ毒を回収する際毒の損失をきたすことについて，われわれが初めに考えたことは，回収操作の途中アサリ毒は蒸発乾涸するまで熱せられるので，その間に現われる食塩の脱水作用によるもので，アサリ毒の分子中にラクトンやラクタムの生成に類する変化がおこるのではないかということであつた。然るに毒の損失は食塩の 5% 溶液中常温でもおこる（Table 4）。このことは食塩の濃度が高められる必要はないことを示すと共に，もし塩の脱水作用が原因だとしたら，それは無機イオンの水和性に基くものではないかということを暗示する。しかし食塩よりも水和力の強いイオンからなる硫酸カリが毒に対して事実上影響を与えないという事実（Table 6, A）はそのようなイオンの水和力に基くものということのできないことを示している。

その機作はともあれアサリ毒は中性塩の存在によつてごく簡単に毒の損失を来すという事実は今後アサリ毒を取扱う場合常に念頭におかねばならない重要な事実である。

またアサリ毒の精製操作中に起きる損失について従来その理由の説明に苦しんだ例も多いが，上記の事実によつて説明できるものもあるように思われる。例えばさきにわれわれは安息香酸及びキニーネを吸着媒としてアサリ毒精製を試みた際[5]，安息香酸としてアサリ毒の安息香酸ソーダ溶液に塩酸を加えて析出させたものを用いた場合及び塩酸キニーネから作つたキニーネで処理した場合には毒の損失がおきるが，安息香酸としてアサリ毒液に安息香酸の 99% エタノール溶液を加えて析出させたものを用いると，毒の損失はおきないことを見出しその説明に苦しんだが，アサリ毒が無機塩によつて毒力の損失を来すという今回の結果からみれば当然のことであろう。即ち安息香酸ソーダを用いた場合は塩酸の添加によつて安息香酸が析出すると共に食塩が生成され，またキニーネの場合は塩酸塩をアルカリで中和しキニーネを遊離させる際食塩が生ずるからである。

## 摘　　要

1. 食塩溶液からアサリ毒を回収すると著しい毒の損失がおこる。毒の損失は食塩の濃度が 1～3% の時 60%，30% の時は 80% に及ぶ，水溶液の場合には毒の損失はない。

2. 回収の途中アサリ毒を多量の食塩水と蒸発することをさけても，毒を少量の食塩と接触させると回収される毒の量は減る。接触時間が長くなると損失は増す。

3. 食塩の存在で毒が熱せられることのないように，5% の食塩水に毒をとかしたものをそのまま動物に注射し毒を検定すると，毒が食塩水中にある時間が短いときは毒の損失はみられない。しかしこの溶液を 100°C に 30 分加熱するか，3日間放置したものでは毒の損失がみられる。

4. 食塩，塩化カリ，硫酸ソーダ，硫酸カリのうすい溶液から毒を回収する際失われる毒量をもつてアサリ毒に対する各塩の影響を比較すると

$$NaCl < KCl < Na_2SO_4,\ K_2SO_4\ .$$

5. アサリ毒を食塩（結晶），硫酸カリ（結晶），硫酸ソーダ（無水物）とすり潰し水でうすめてそのまま毒の検定を行つた結果から各塩の影響を比較すると

$$K_2SO_4 < NaCl < Na_2SO_4$$

となり硫酸カリは殆ど影響がない。

6. 硫酸ソーダは著しい作用を示し，貝毒を5% 溶液にとかして直ちに検定を行つても毒の著しい損失がみられる。

7. 貝毒を塩溶液と共に注射した場合にみられる毒力の低下も，毒に対する塩類の変質作用に基くものでマウスに対する塩の生理的効果とは考えられない。

8. 貝毒を取扱うときは塩の存在によつて毒力の低下する可能性を忘れてはいけない。

終りにこの研究に種々御協力を頂いた静岡県水産試験場浜名湖分場野口博場長，角皆英明技師その他場員の方々及び実験を手伝つて下さつた小淵真澄，押見とめの諸氏に深甚なる謝意を表す。なお本研究費の一部は文部省科学試験研究費によつたものである。

## 文　　献

1) 右田正男・神名孝一：本誌，**23**，215 (1957).
2) 服部安蔵・秋葉朝一郎：衛生化学，**16**，59 (1949).
3) 石館守三・萩原治雄：東大立地研報，No. 10，43 (1952).
4) 秋葉朝一郎：日新医，**36**，No. 6，2 (1949).
5) 右田正男・神名孝一・石野あや子：本誌，**22**，424 (1956).

# 魚肉ソーセージの軟化現象について—Ⅲ.
## 軟化原因細菌及び数種の *Bacillus* 属による澱粉の嫌気的分解

内山 均・横関源延・本橋光太郎
(東海区水産研究所)

# The Softening Spoilage of Fish Sausage—III.
## An Anaerobic Starch Digestion by *Bacillus circulans* Isolated from Softened Part of Fish Sausage and Other *Bacillus* Species.

Hitoshi Uchiyama, Motonobu Yokoseki and Kootaro Motohashi
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

In the previous paper, the authors reported the nature of softening spoilage of fish sausage as well as the characteristics of the causative microorganism which was identified as *Bacillus circulans* according to its morphological and physiological findings.

After a culture of *Bacillus circulans* and other *Bacillus* species was suspended in a physiological saline solution, the suspension was heated for 45 minutes at 85°C in order to kill the vegetative cell, and 0.5 cc portion of the suspension was inoculated in the fish sausage paste which was sterilized beforehand.

Then the mixture was incubated anaerobically in a jar filled with hydrogen gas.

The softening, very alike to those found in the commercial product, was also observed in culture of *Bacillus circulans* kept at 30° to 34°C.

Some starch granules were found crumbled down around the normal granules in microscopic examination of the softened portion, as described in the previous report.

While the case of *Bacillus subtilis* or *Bacillus cereus*, none of the softening was noticed for the samples treated in the same way.

Certain difference in the nutritional requirements or the presence of inhibitors for spore germination would be explored for these kinds of bacteria. (Table 1).

In this connection, the capability as to the digestion of starch was investigated for *Bacillus circulans* and other Bacilli, as shown in the Tables 2 and 3.

A liquid culture medium, containing extract of fish flesh, peptone, 1 per cent of potato starch and with or without 0.5 per cent of glucose, was employed under strict anaerobic condition as mentioned above.

A remarkable increase in the activity of breaking down starch was observed rather more in aerobic culture than in anaerobic one as will be seen in Table 2.

On the contrary, for the case of *Bacillus circulans*, predominant consumption of starch was developed under anaerobic condition and in the medium purposely absent of the glucose as shown in Table 3.

To ascertain the extent of digestion of starch, sodium periodate was reacted to the alcoholic precipitates obtained from the culture after thrice repetition of precipitation and the amount of formic acid thus released was determined with 0.01 N NaOH solution required to titrate the acid.

Table 4 indicates that the alkali number for *Bacillus circulans* is much higher than those of other organisms.

1958 年 5 月 7 日受理
東海区水産研究所業績, B第 285 号

Furthermore, the color intensity of iodine reaction seems to have a correlation to the amount of formic acid derived.

A clear-cut divergence in the spectrum of iodine reaction of the degraded starch was found between *Bacillus circulans* and other species; the absorption maximum for the former was 5800 Å and the latter 6000～6200 Å, as seen in the Table 5.

It is quite certain, from our findings that some *Bacillus* group is really capable to grow under anaerobic circumstance.

In 1957, Puziss, who observed the growth of *Bacillus anthracis* and *Bacillus cereus* in an anaerobic jar displaced the air with nitrogen gas, reported that these organisms readily develop both in synthetic and nonsynthetic medium containing glucose respectively.

And it is well known fact that 'flat-sour spoilage' or 'off-flavor' happened in canned foods is frequently caused by certain facultative thermophile, one of the *Bacillus* group.

Attention should be also paid to the potato starch and various kinds of submaterial, usually incorporate in fish sausage, because these soil born stuffs are fairly contaminated with thermotolerant Bacilli.

On the other hand, the condition customaly adopted in cooking of fish sausage product, that is the temperature at 85～90°C. for about 50 minutes, would not be drastic enough to kill the bacterial spores completely. Therfore, certain number of the spores will inevitably survive in the commercial products.

前報[1)2)]で魚肉ソーセージの軟化現象の特徴，その原因細菌等について報告した。軟化部分の澱粉粒子を顕微鏡観察すると，弾力の補強剤としての粒子が，周囲から消化されており，あたかも細胞の原形質分離が行われているような様相を示し，これが軟化の原因と考えられること，また，軟化原因細菌は *Bacillus circulans* に酷似した性質を示す細菌であること等を明かにした。

*Bacillus* に属する細菌は，一般に強力な amylase をもつている。しかし，これらの細菌が魚肉ソーセージの如き，その内部が嫌気的であるような環境下で，どの程度の作用を示すか。これは軟化との関連において重要であろう。

今回は，これ等の点を中心に，分離した軟化原因細菌及び数種の *Bacillus* 属を用いて，2，3 の検討を行つたので，その結果を報告する。

## 実 験 方 法

### 1. 細　　菌

使用した細菌はつぎの 13 種である。

1) *Bacillus mesentericus* (F)
2) *Bacillus subtilis* (F)
3) *Bacillus subtilis* PCI 219
4) *Bacillus subtilis* Bact 1—8
5) *Bacillus megatherium* Bact 1—2
6) *Bacillus cereus var mycoides* IFO 3039
7) *Bacillus* firmus
8) *Bacillus coagulans*
9) *Bacillus circulans* (YE)
10) *Bacillus circulans* (NN)
11) *Clostridium sporogenes* A 3679
12) *Clostridium welchii*
13) *Pseudomonas fluorescens* NRRL B′—6′

1，2，13 の菌株は腐敗研究所，3，5，6 の菌株は応用微生物研究所，4，11，12 は予防衛生研究所よりそれぞれ分与されたものであり，その他は著者等の研究所で魚肉ソーセージより分離したものである。軟化原因細菌は，9，10 の *Bacillus circulans* であることは第 2 報で述べた如くである。

*Bacillus* 属を培地に接種する時は，生理的食塩水 5 cc に一白金耳とり，80°C 45 分加熱し，その浮遊液 1 cc～1.5 cc を培地に加えた。そして同時に，この浮遊液を一白金耳とり普通寒天培地の斜面に接種して，実験のつど好気培養を行い，芽胞存在の確認を行つた。加熱を 80°C 45 分としたのは，普通魚肉ソーセー

ジ製造の際に行われている加熱であると同時に，*Bacillus* 属の vegetative cell を殺菌するに充分な温度と考えられるからである。

*Cl. sporogenes*. *Cl. welchii* 及び *Ps. fluorescens* は嫌気培養の条件の判定に用いた。

**2. 澱粉添加培地**

Peptone 5 g，肉エキス 10 g，NaCl 30 g と馬鈴薯澱粉 10 g を水 1 *l* に溶解，pH 7 に修正して大型試験管に 50 cc づつ分注し，3 日間，間歇殺菌して用いた。澱粉の分解は glucose の如き単糖類の共存下では著しく影響されようとの推定から，この影響をみるためには，同上の培地に glucose を 0.5 % になるように加えて，同様に殺菌して用いた。

**3. 嫌気培養法**

二重コックを 2 個所に有するチャー* の中で行つた。内部の空気を排除し，水素でこれを置換させた。置換操作は 3 回くりかえし，指示薬として methylene blue を入れ，それが脱色される条件で行つた。更に，このように操作したチャー内部の嫌気的状態が，満足すべきものであるかどうかの吟味のために *Cl. sporogenes*. *Cl. welchii* 及び *Ps. fluorescens* を普通寒天培地に接種して検討した。即ち，前 2 者はよく生育してくるが，後者は全くコロニーの形成がみられなかつた。この方法は PUZISS[3] 等が *Bacillus* の嫌気的条件における糖代謝の研究に用いたものに準じたものである。

**4. 澱粉の定量**

培地一定量に，2 倍量の ethanol を加えて攪拌し，遠心分離する。再びこれを温水に溶解，冷後，更に ethanol を加える。この操作を 3 回くりかえし，沈澱した澱粉を 20 cc の水に溶解し，25 % HCl 2.0 cc を加えて常法により加水分解する。生成した glucose を HANS 法により測定し，この値より澱粉量を算出した。

**5. 過沃素塩酸による澱粉の酸化**

過沃素塩酸を用いて，多糖類の結合位置を知ることは有効な方法[4] として広く用いられている。例えば，Fig. 1. に示す如く，過沃素酸ソーダが amylose に作用した場合分子の末端から三分子の蟻酸が生ずる。

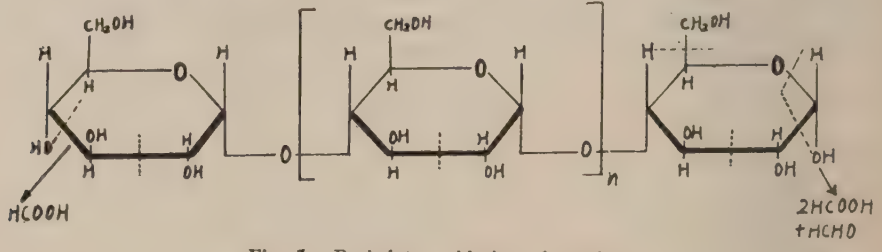



**Fig. 1.** Periodate oxidation of amylose

そして末端以外の結合は 1，4 結合であるために蟻酸の放出は行われない。amylopectin のように，分子の分岐部分の glucose が 1，6 結合よりなるものは，隣接する 3 個の炭素に 3 個の OH 基が結合することとなり，過沃素酸塩はこの場合中間の OH 基を蟻酸として放出させる。

澱粉が分解され，低分子となると同時に末端基の増大が伴えば，過沃素酸酸塩によつて酸化され，蟻酸として放出される量も増加されねばならない。このことから培地中に残存している消化澱粉の分解程度を測定することは，蟻酸を定量することによつて可能となる。

過沃素酸塩には，メタ過沃素酸ソーダ ($NaIO_4$) を用いた。市販には，当試薬がないので LANGLOIS[5] の方法によつて合成した。その反応はつぎの如くである。

$$Na_3H_2IO_6 + 2HNO_3 \rightarrow NaIO_4 + 2NaNO_3 + 2H_2O$$

* 細谷の嫌気ビンと略同様なもの，細菌実習提要，pp 99，丸善（東京）

パラ過沃素酸ソーダ ($Na_3H_2IO_6$) は入手しやすく，これを出発物質とする時は，比較的簡単に $NaIO_4$ を得ることができる。

酸化の方法は POTTER[6] の記載に準じた。即ち，培地より前述した方法で分離した消化澱粉 0.50 g を 10 cc の 3% NaCl に溶解，これに 0.37 M $NaIO_4$ 10 cc を加え，ガラス球を数個いれて，共栓三角フラスコの中で 24 時間振盪器にかけた。温度は 2°～5°C の冷蔵庫中で行つた。

振盪が終つたら，試料 10 cc をとり ethylen glycol 1 cc を加え 30 分放置し，過剰の $NaIO_4$ を分解する。これに窒素ガスを通じつつ 0.01 N NaOH で phenolred を指示薬として滴定した。

消化澱粉の測定と同時に対照として *Bacillus* 属を接種しないもの及び馬鈴薯の amylose と amylopectin をそれぞれに測定した。

**6. 消化澱粉の沃素反応及びその吸光極大の測定**

澱粉中の glucose の重合度と沃素反応とは密接な関係がある。従つて各種の菌株による消化澱粉の消化の程度は沃素反応の吸光曲線を測定することによつて推定できる。

培地より，前述の分離方法によつて得た消化澱粉に 0.01 N 沃素溶液を加え，一定時間後，同一条件によつて吸光極大を測定した。測定には日立製作所製 recording spectrophotometer を用いた。

## 実 験 結 果

**1. 軟化原因細菌を殺菌した魚肉ソーセージの摺身に接種した場合の軟化の再現性**

軟化部分から分離した細菌が *B. circulans* に近い性質を示し，これが軟化原因細菌であるとすれば，本細菌を接種した魚肉ソーセージは，当然軟化の再現性がなくてはならない。

ソーセージの摺身を試験管につめて殺菌し，Table 1. に示す細菌を接種する。即ち，各細菌を生理的食塩水 5 cc に一白金耳とり，80°C 45 分の加熱後，この浮遊液 0.5 cc を接種し，前述のヂャーの中で 30°～34°C で培養，軟化の有無と pH を測定した。尚，浮遊液中の芽胞の存在は前述した方法で確認しておいた。

**Table 1.** The softening spoilage developed by the spores of *Bacillus* species after they are inoculated anaerobically on the sterilized fish sausage paste.

| No. | Micoroorganisms tested | 10-day | | 30-day | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Occurrence of softening | pH | Occurrence of softening | pH |
| 1 | Control | − | 6.30 | − | — |
| 2 | *B. mesentericus* (F) | − | 6.19 | − | 6.35 |
| 3 | *B. subtilis* (F) | − | 5.95 | − | 5.83 |
| 4 | *B. megatherium* Bact 1-2 | − | 6.03 | − | 6.10 |
| 5 | *B. cereus var mycoides* IFO 3039 | − | 6.09 | − | 6.06 |
| 6 | *B. subtilis* Bact 2-8 | − | 6.11 | − | 6.24 |
| 7 | *B. firmus* | −* | 5.51 | −* | 5.60 |
| 8 | *B. coagulans* | − | 6.10 | − | 6.13 |
| 9 | *B. circulans* (YE) | ++ | 5.32 | ++ | 5.40 |
| 10 | *B. circulans* (NN) | ++ | 5.25 | ++ | 5.41 |

* Became strongly sour

*B. circulans* は 2 例とも著しい軟化を形成し，摺身の接種部分である上部から下部にかけて軟化が進行している。この軟化部分の澱粉粒子は，第 1 報で報告したように周囲が消化した様相を示していた。同時に培養した，*Cl. sporogenes*. *Cl. welchii* も著しい腐敗を示した。

しかし，他の *Bacillus* 属は全く軟化を形成しないしその pH も著しい変化のないことが判る。*B. firmus* の場合は，軟化というよりも液汁が離漿し著しい酸敗を伴つた。以上のことから，軟化原因菌である *B. cir-*

*culans* は，魚肉ソーセージの中にあつて特異的な作用を示すものであることが判る。

**2. Glucose の共存下における *Bacillus* 属の好気及び嫌気性培養による澱粉の分解及び揮発性塩基窒素の形成**

澱粉と glucose を添加した前述の培地に，数種の *Bacillus* 属を加熱処理し，その浮遊液を接種して 30°～34°C で 30 日好気培養，及び嫌気培養した。その澱粉，揮発性塩基及び pH を測定した結果，Table 2. に示す値が得られた。

**Table 2.** Starch digestion and volatile basic nitrogen formation by *Bacillus* species under aerobic or anaerobic condition.
(0.5 per cent of glucsoe was added to each medium)
A 30-day incubation at 30°-34° C.

| No. | Microorganisms tested | Aerobic culture | | | Anaerobic culture | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | pH | Starch mg in 10 cc of medium | Volatile basic nitrogen mg % | pH | Starch mg in 10 cc of medium | Volatile basic nitrogen mg % |
| 1 | Control | 7.25 | (100)* | 8.0 | — | — | — |
| 2 | *B. mesentericus* (F) | 7.60 | 66.8 | 28.7 | 5.45 | 60.8 | 10.1 |
| 3 | *B. subtilis* (F) | 6.78 | 15.1 | 37.6 | 5.39 | 63.2 | 11.8 |
| 4 | *B. megatherium* Bact 1-2 | 5.69 | 7.7 | 32.5 | 7.17 | 66.4 | 8.4 |
| 5 | *B. cereus var mycoides* IFO 3039 | 5.90 | 29.6 | 17.9 | 5.89 | 53.3 | 9.7 |
| 6 | *B. subtilis* Bact 2-8 | 6.41 | 7.6 | 43.5 | 5.46 | 60.8 | 12.2 |
| 7 | *B. firmus* | 7.75 | 2.0 | 25.7 | 5.78 | 39.8 | 9.5 |
| 8 | *B. coagulans* | 7.56 | 11.1 | 33.1 | 5.30 | 77.6 | 11.0 |
| 9 | *B. circulans* (YE)** | 5.45 | 82.1 | 9.6 | 5.36 | 59.3 | 9.4 |
| 10 | *B. circulans* (NN)** | 5.30 | 73.6 | 8.5 | 5.30 | 67.6 | 8.3 |

* Amounts of added starch in 10 cc of medium.
** Organisms isolated from softened portion of commercial fish sausage.

一般に好気培養の場合は，嫌気培養に比較して，残存澱粉量は少なく，その分解は速である。しかし，軟化原因細菌である。*B. circulans* は 2 例とも，むしろ嫌気培養において分解能が増大される傾向を示している。即ち，好気培養における残存澱粉量は 82.1 mg (YE) と 73.6 mg (NN) であるのに，嫌気培養においては，それぞれ 59.3 mg, 67.6 mg の値を示している。

揮発性塩基窒素の形成量には全体を通じて顕著な差が認められる。8.5～43.5 mg の範囲にある好気培養に比較して嫌気培養では 8.4～12.2 mg の範囲にすぎない。pH は逆に嫌気培養において低下しやすいことが判る。

**3. Glucose 無添加培地における *Bacillus* 属の嫌気培養による澱粉の分解**

培地は前述のものから，glucose を除いた以外まつたく同様であり，培養操作も同一に行つた。

Table 3. でみられるように，*B. mesentericus*, *B. firmus* の場合を除き，澱粉単一培地の方が分解されやすい傾向がある。このことは，軟化原因細菌である *B. circulans* において一層明かとなる。即ち，Table 2. の glucose 添加の嫌気培養の場合は，30 日でまだ 59.3 mg (YE) と 67.6 mg (NN) の澱粉を残すが，澱粉単一の場合は 4.2 mg (YE) 7.3 mg (NN) (Table 3. No. 9, 10) と著しく残存澱粉量は減少する。このように，軟化原因細菌が嫌気的条件で強い澱粉分解作用のあることは，ソーセージの軟化部分の澱粉分子が消化されている事実と併せて興味ふかい。

pH は glucose 添加の場合に比較して，一般に高い値を示している。思うに酸の形成は澱粉のような多糖類からよりも glucose のような単糖類からの方がより形成されるためであろう。

**Table. 3.** The anaerobic starch digestion and volatile basic nitrogen formation by *Bacillus* species.
(Medium without glucose)
A 30-day incubation at 30°–34° C.

| No. | Micoroorganisms tested | pH | Starch mg in 10 cc of medium | Volatile basic nitrogen mg % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Control | 7.45 | (100)* | 5.3 |
| 2 | *B. mesentericus* (F) | 7.41 | 98.8 | 5.0 |
| 3 | *B. subtilis* (F) | 5.72 | 51.7 | 10.0 |
| 4 | *B. megatherium* Bact 1–2 | 7.45 | 47.5 | 4.2 |
| 5 | *B. cerens var mycoides* IFO 3039 | 6.00 | 35.6 | 10.3 |
| 6 | *B. subtilis* Bact 2–8 | 5.99 | 28.3 | 9.2 |
| 7 | *B. firmus* | 7.40 | 69.7 | 8.5 |
| 8 | *B. coagulans* | 7.55 | 62.2 | 7.2 |
| 9 | *B. circulans* (YE)** | 5.45 | 4.2 | 6.9 |
| 10 | *B. circnlans* (NN) | 5.50 | 7.3 | 7.1 |

* Amount of added in 10 cc of medium.
** Organisms isolated from softened portion of commercial fish sausage.

**Table 4.** Sodium periodate oxidation of starch digested by *Bacillus* species.

| No. | Microorganisms tested | 0.01 N NaOH (cc) as titer for 0.5 g of sample |
|---|---|---|
| 1 | Control | 17.1 |
| 2 | *B. snbtilis* Bact 1–8 | 24.1 |
| 3 | *B. cereus var mycoides* IFO 3039 | 22.9 |
| 4 | *B. circulans* (YE)* | 56.7 |
| 5 | *B. circulans* (NN)* | 56.3 |
| 6 | Amylose (Potato) | 1.3 |
| 7 | Amylopectin (Potato) | 11.8 |

* Organisms isolated from softened portion of commercial fish sausage.

**4. メタ過沃素酸塩($NaIO_4$)による消化澱粉の酸化**

実験方法の5で述べた方法により，消化澱粉の分解程度を比較するために，Table 3. で行つた消化澱粉のうち，*B. subtilis* Bact 1～8，*B. subtilis* および *B. circulans* の(YE)と(NN)の消化澱粉について $NaIO_4$ による蟻酸の形成量を比較したところ，Table 4. に示すような結果が得られた。

対照に用いたamyloseは試料 0.50mg 当り 1.3cc，amylopectin は 11.8 cc，そして細菌を接種しない培地より分離した澱粉は 17.1 cc の値を示した。そして *B. subtilis* Bact 1～8 及び *B. cereus* を接種した場合，それぞれ 24.1 cc 及び 22.9 cc の値であるが，軟化原因細菌の場合は 56.7 cc (YE) 及び 56.3 cc (NN) の値を示し著しく蟻酸の形成量が大であることが判る。

**5. 消化澱粉の沃素反応及びその吸光極大**

過沃素酸ソーダによる蟻酸の形成量から軟化原因細菌は，他の *Bacillus* 属に比較して，極めて amylase 作用が強力であることが推定された。これを追試する意味とどの程度まで澱粉を分解するかの比較のため，Table 5. に示す細菌を用いて検討した。

培養法及び澱粉の分離方法は，これまでの実験と略同様に行つたが，培養は 10 間，34°C とした。

細菌を接種しない対照及び比較に用いた *Bacillus* 属の消化澱粉は，沃素反応青色を示し，吸光極大 6000～6200 Å を示した。しかし，軟化原因細菌，*B. circulans* は2例とも官能的にも明に紫色の沃素反応を示し，且つその吸光極大は 5800 Å を示した。即ち，明かに他の *Bacillus* 属の場合より低分子の glucose 単位にまで分解が進行したものと推定される。

## 考　　察

一般に，好気性有芽胞桿菌として問題にされる傾向のある *Bacillus* 属が，嫌気的にも生育し得ることについては，すでに 2, 3 の報告がある。

BUSHNELL[7] (1922) は，2, 3 の *Bacillus* 属の生育が減圧した環境下でもよく発育し得ることを，缶詰の変敗との関連において明かにしている。PUZISS[3] は，*B. cereus* 及び *B. anthracis* を嫌気的に培養し，両者ともかかる環境下で glucose より乳酸，蟻酸，或は酪酸を形成することを確認し，且つ，このような環境下では，芽胞の形成は行われないとしている。

**Table 1.** The absorption maximum of iodine reaction of potato starch digested by *Bacillus* species.
A 10-day incubation at 30°-34° C.

| No. | Microorganisms tested | Color tone of the iodine reaction | Absorption maximum |
|---|---|---|---|
| 1 | Control | Blue | 6200 Å |
| 2 | *B. cereus var mycoides* IFO 3039 | Blue | 6100 |
| 3 | *B. coagulans* | Blue | 6200 |
| 4 | *B. mesentericus* | Blue | 6200 |
| 5 | *B. subtilis* PCI 219 | Blue | 6000 |
| 6 | *B. circulans* (YE)* | Royal purple | 5800 |
| 7 | *B. circulans* (NN)* | Royal purple | 5800 |

* Organisms isolated from softened portion of commercial fish sausage.

缶詰の変敗に flat-sour 或は off-flavours[8] と称するものがある。これらは facultative *Bacillus* といわれている細菌に原因する1種の酸敗であり，実際問題からも重要視されている。したがって，缶詰と類似点のある魚肉ソーセージにおいても，このような *Bacillus* 属が嫌気的に作用し，特殊の変敗を起すことは，当然あり得ると見なければならない。

Table 2. に示した如く，pH は好気的培養に比較して嫌気培養では低下しやすい。特に glucose の如き糖類を加えた場合には顕著である。嫌気的状態においては糖代謝的な作用が増大して，それを基質とした中間代謝生産物としての酸が蓄積されるからであろうが，このことは魚肉ソーセージの変敗に，軟化も含めて極めて酸敗が多いことと関係がある。

本実験と平行して，製造直後の魚肉ソーセージを商社別に 50 例ほど検討したが，30°C で約 30 日貯蔵後，酸敗製品は 30 % 以上に達した。

第2報[2] で述べた如く，ソーセージの副原料としての澱粉，或は香辛料は *Bacillus* 属の汚染度が極めて高い。それに加えて，魚肉ソーセージの加熱処理は 80°～95°C であり，これらの *Bacillus* 属の芽胞が死滅せずに残存する危険は充分に考えられるのである。

魚肉ソーセージの貯蔵性は，他の練製品に比較して安定なものであるが，それを過大に評価する傾向がないでもない。著者等は以上の観点から，これを長期の貯蔵食品とするには，いまのところ未だ無理があるように考える。

嫌気的状態に魚肉を放置した場合，揮発性塩基窒素の増大は認められないことは，2, 3 の研究者によつて確められている。魚肉ソーセージも同様なことが認められるのであるが，*Bacillus* 属を好気，或は嫌気的に培養した場合も，Table 2. 3 に示した如く，嫌気培養の場合は殆んど揮発性塩基の増大は認められない。恐らく，嫌気的状態においては，$NH_3$ 形成のための $O_2$ のような hydrogen acceptor を欠如することに起因して，その形成が阻止されるのであろう。包装食品は，単に二次的の細菌汚染を防止するだけでなく，内部の酸素分圧を低下させることにも，貯蔵の意義があろう。

軟化原因細菌が，嫌気状態において，他の *Bacillus* 属に比較し，明かに amylase 作用が強力であることは，Table 2. 3. の結果から検討しても間違いないであろう。そして，残存澱粉の $NaIO_4$ による蟻酸の生成量からしても他の *Bacillus* 属による残存澱粉と比較して，その glucose の重合度は小さいと考えられる。消化澱粉を amylose 或は amylopectin 区分に分割していないので，蟻酸の形成量から直ちに重合度を算出することはできないが，沃素反応の吸光極大の比較から，以上の推定は確かめられる。

SWANSON[9] は市販の dextrin を重合させ，同時に沃素反応を行い，重合度とその沃素呈色との関係を検

討しているが，平均重合度 29～34 の場合は紫色となり，吸光極大は 5800 Å あるとしている。

沃素反応の青い呈色は，澱粉中の直鎖分子である amylose 区分に支配されることから考え，少なくとも，Table 5. に示す如く，軟化原因細菌の消化澱粉の吸光極大が 5800 Å を示すことはその直鎖分子は重合度 29～34 の程度と考えられる。また当消化澱粉が他のそれに比較して極めて水に溶解しやすいことは，青色を示す他の *Bacillus* 属による消化澱粉より著しく低分子の dextrin と推定することができよう。(沃素反応青色，6000 Å で最低重合度 55～146 の値が与えられている。また，直鎖の amylose は数百の重合度でも青色を示す)。

殺菌魚肉ソーセージに軟化原因細菌を接種した場合，酸の形成を伴い軟化の形成がみられるが，他の *Bacillus* 属を接種した際は，Table 1. にみられるように，軟化が形成されない。この点については検討中であるが恐らく芽胞の germination と関係していると考えている。例えば，芽胞の代りに vegetative の cell を接種した場合は，軟化非形成の *Bacillus* 属でも軟化を形成することがある。いずれとしても，魚肉ソーセージより *B. subtilis. B. cereus* 等が分離されているにもかかわらず，軟化部分からは *B. circulans* が特異的に分離されることと併せて興味あることと思う。

報告するに際し，懇切な御注意を下さつた天野慶之博士に厚く御礼申し上げるとともに amylose. amylopectin の入手に御便宜いただいた大阪大学，二国二郎教授に厚く御礼申し上ぐ次第である。

## 要　　約

1) 軟化原因細菌 *Bacillus circulans* を殺菌ソーセージに接種すると，軟化の再現性が認められる。しかし *B. subtilis. B. cereus. B. megatherium. B. coagulans* 等では軟化は起らなかつた。

2) 軟化原因細菌 *Bacillus circulans* 及び数種の *Bacillus.* 属 (*B. subtilis. B. megatherium. B. mesentericus. B. cereus. B. coagnlans. B. firmus*) を用いて，好気或は嫌気培養による澱粉の分解作用を検討した。

3) 好気培養では，一般に嫌気培養に比較して，澱粉分解作用が増強されるが，軟化原因細菌は，むしろ嫌気培養において増強される傾向がある。

4) 嫌気状態での澱粉分解作用は glucose が共存すると抑制されるが，軟化原因細菌は特にこの影響に対して顕著である。

5) 軟化原因細菌は，澱粉分解作用が顕著であるばかりでなく，それを低分子にまで分解する作用が，他の *Bacillus* 属に比較して著しいことを，過沃素酸ソーダ ($NaIO_4$) による末端基酸化法によつて検討した。

6) 軟化原因細菌による消化澱粉は，沃素反応，紫を呈し吸光極大 5800 Å を示した。他の *Bacillus* 属によるものは 6000～6200 Å をぶし，明かに軟化原因細菌は低分子の dextrin にまで澱粉を分解さす作用が強力である。

7) 魚肉ソーセージは *Bacillus* 属によつて汚染される危険は極めて多い (澱粉，香辛料)。そして，その加熱処理では，とうていこれらの細菌芽胞を完全に死滅さすことは困難である。本製品の貯蔵性を過大に評価する傾向があるが，それを期待するには，更に改良が必要である。

## 参 考 文 献

1) 内山均，田中武夫：本誌，24，2，pp. 148～155 (1958).
2) 横関源延，内山均：本誌，24，2，pp. 156～160 (1958).
3) M. Puziss, S. Crittenberg: Journal of Bacteriology 73, pp. 48～51 (1957).
4) D. Glick: "Methods of Biochemical Analysis", (1945), pp. 190～194.
5) 奥野久輝："無機化合物標準合成法"，非凡閣，東京，(1945)，102.
6) A. L. Potter: Journal of American Chemical Society, 70, 3488 (1948).
7) L. D. Bushnell: Journol of Bacteriology, 7, pp. 283～300 (1922).
8) J. G. Baumgartner: "Canned Foods", (1949), pp. 99～120. (J. & A. Churchill. LTD. London).
9) M. A. Swanson: Journal of Biological Chemistry, 172, 825 (1948).

# 鮭鱒缶詰の缶臭と缶材の関係

小泉千秋・野中順三九
（東京水産大学）

## Studies on the Unpleasant Smell Common to the Salmon Canned in Electrolytic Tin-Plate Can.

Chiaki Koizumi and Junsaku Nonaka

Canned salmon as packed in a can of electrolytic tin-plate presents an unpleasant smell though momentarily when it is opened, which is an affair not met with the case of hot dipped tin-plate can.

Supposing that at least one of the entities of the unpleasant smell may be free hydrogen sulfide gas which has been formed during the course of processing and unable to combine either with tin or with iron owing to the impermeability of the artificial resinous film coating the electrolytic tin-plate can. The authors have verified that salmon which is packed in electrolytic tin-plate can is attended by a far larger amount of free hydrogen sulfide as compared with that packed in hot dipped tin-plate can (Tables 1 and 2).

電気メッキ缶を使用した鮭鱒缶詰はホットデイップ缶を使用した缶詰と異り，開缶に際して一時的に不快臭を感ずることが多い。われわれはその原因が缶内に発生した臭気成分が電気メッキ缶では内面塗料に遮断されて缶材と反応しにくいために遊離の状態で比較的多量に缶内に残存しているためであろうと予想してこの実験を行い，実際電気メッキ缶はホットデイップ缶及び混合缶（天地が電気メッキ，缶胴がホットデイップ）に比較して硫化水素が遊離の状態で可成り多量に存在することを確めたので玆に報告する。

## 実　験 I

### 1) 実験方法

あらかじめ pH を7に，100 cc 中のアンモニア態窒素量を 30 mg 前後に調製した乳酸アンモニウム，酢酸アンモニウム，及び適量の硫化水素を含む溶液を 150 cc 宛，電気メッキ，混合，ホットデイップの三種の缶に注入し巻締後 10 lbs 60 min 熱処理する。又同時に加熱処理しないものを作り室温に放置し，5日目に未処理のものを，20 日，40 日，140 日目に加熱処理したものをそれぞれ開缶し，硫化水素量，揮発酸量，アンモニア態窒素量，pH 等を測定し又同時に缶内面の観察を行つた。

### 2) 乳酸アンモニウム，酢酸アンモニウム及び硫化水素溶液の調製

a) 乳酸アンモニウム溶液

乳酸 10 cc を蒸溜水で 200 cc に稀釈し，アンモニア水で pH を7附近に調整する。この溶液 100 cc 中のアンモニア態窒素量が 30 mg 内外となる様に稀釈して用いる。

b) 酢酸アンモニウム溶液

酢酸アンモニウム 10 cc を蒸溜水で 200 cc に稀釈し，アンモニア水で pH を7附近に調整する。この溶液 100 cc 中のアンモニア態窒素量が 30 mg 内外となる様に稀釈して用いる。

c) 硫化水素溶液

硫化水素水にアンモニア水を加えて pH を7附近に調整し適当に稀釈して用いる。

1958 年 5 月 6 日受理

### 3) 硫化水素，揮発酸，アンモア態窒素及び pH の測定法

硫化水素は，富山等の方法[1]によつて定量した，即ち試料 (5 cc) をケルダール蒸溜器に採取し稀塩酸 (1 : 1) 2 cc を加えて水蒸気蒸溜に附す。受器には 10 % 酢酸亜鉛溶液を入れて溜出する硫化水素を捕集し，蒸溜完了後沃度溶液，稀塩酸を加え澱粉指示薬を用いて N/100 チオ硫酸ソーダ標準液で滴定した。

アンモニア態窒素はケルダール蒸溜装置を用いて常法に依つて定量し，揮発酸の定量は A. O. A. C. 法に準じて行い，pH はベックマン硝子電極 pH 計を用い測定した。

### 4) 結　　果

第 1 表の如き結果を得た。

**Table 1.** The amounts of hydrogen sulfide, ammonia-N and volatile acid remaining in each can.

| Contents | | Initial value | Electrolytic tin-plate can | | | | Assorted can | | | | Hot dipped tin-plate can | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1* | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Hydrogen sulfide (aq.) | $H_2S$ mg/100 cc | 1.02 | 0.90 | 0.69 | 0.66 | 0.62 | 0.36 | 0.28 | 0.22 | 0.30 | 0.24 | 0.19 | 0.16 | 0.24 |
| | pH | 6.80 | 7.06 | 7.00 | 6.74 | 6.84 | 6.74 | 6.99 | 6.93 | 6.70 | 6.94 | 7.02 | 7.30 | 7.65 |
| Ammonium lactate | $NH_3$–N mg/100 cc | 3.34 | 30.8 | 31.8 | 32.4 | 30.5 | 30.7 | 32.8 | 32.0 | 30.8 | 30.2 | 33.3 | 32.2 | 31.1 |
| | pH | 6.82 | 5.60 | 4.90 | 5.11 | 5.52 | 6.44 | 5.83 | 6.47 | 6.61 | 6.62 | 6.62 | 6.60 | 6.65 |
| Ammonium acetate | $NH_3$–N mg/100 cc | 31.0 | 30.2 | 29.2 | 30.5 | 29.5 | 27.6 | 29.7 | 30.8 | 30.4 | 29.4 | 31.2 | 30.3 | 2.95 |
| | V. A. mg/100 cc | 119.8 | 105.4 | 130.5 | 129.7 | 115.9 | 111.1 | 108.7 | 122.4 | 117.0 | 98.4 | 119.0 | 113.4 | 119.2 |
| | pH | 7.52 | 6.86 | 6.92 | 6.96 | 6.90 | 6.97 | 7.07 | 6.99 | 6.70 | 6.86 | 6.92 | 6.95 | 6.89 |

* 1, 2, 3 and 4 mean storages for 5, 20, 40 and 140 days, respectively. V. A.: volatile acid.

### 5) 缶内面の観察

乳酸アンモニウム溶液を詰めた缶の内面は各缶共溶液存在部が淡褐色を呈していたが缶種についても又経過日数についても大差は認められなかつた。硫化水素水を入れた缶詰では経過日数による差は殆んど認められなかつたが，電気メッキ，混合，ホットデイップの 3 種類の缶の間には顕著な差が認められた。即ち電気メッキ缶が巻締部のみ黒褐色に変色しているのに反し，混合缶は缶胴部（即ちホットデイップ部）が斑点状に黒変し更にホットデイップ缶に於いては特に缶蓋が著しいが，缶内面全体に斑点状の黒変部が認められた。

## 実　　験 II

### 1) 実験方法

冷凍鮭を用い前記三種類の缶に正規の方法で肉詰し加熱殺菌 (10 lbs 60 min) した後，硫化水素，揮発酸，揮発性塩基窒素を測定し同時に缶内面を観察した。

### 2) 硫化水素，揮発酸，揮発性塩基窒素の測定法

硫化水素は液汁について，揮発酸は固型肉について実験 I と同じ方法で定量し，揮発性塩基窒素は固型肉について微量拡散法で定量した。

### 3) 結　　果

第 2 表の如き結果を得た。

**Table 2.** The amounts of hydrogen sulfide, volatile acid and volatile basic nitrogen in canned salmon found for various kinds of can.

| No. | Hydrogen sulfide mg/100 cc | | | Volatile acid mg/100 g | | | Volatile basic-N mg/100 g | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | A | H | E | A | H | E | A | H |
| 1 | 0.90 | 0.31 | 0.45 | — | 9.66 | 11.89 | 31.53 | 32.30 | 31.91 |
| 2 | 1.34 | 0.41 | 0.38 | 11.15 | 11.89 | 9.66 | 31.62 | 33.50 | 32.58 |
| 3 | 0.90 | 0.38 | 0.31 | 9.66 | 11.89 | 11.15 | 32.08 | 32.19 | 32.27 |
| 4 | 0.79 | 0.45 | 0.38 | 13.38 | 8.92 | 14.93 | 32.24 | 32.73 | 33.04 |
| 5 | 0.90 | 0.52 | 0.48 | 9.66 | 13.38 | 12.64 | 32.14 | 33.01 | 33.07 |
| 6 | 0.93 | 0.41 | 0.41 | 11.89 | 9.66 | 11.86 | 33.13 | 31.96 | 32.69 |
| 7 | 0.86 | 0.31 | 0.34 | 11.89 | 11.15 | 14.02 | 32.11 | 32.17 | 32.86 |
| Average | 0.92 | 0.40 | 0.39 | 11.27 | 10.93 | 12.65 | 32.12 | 32.55 | 32.63 |

E, electrolytic tin-plate can; A, assorted can; H, hot dipped tin-plate can.

**4) 缶内面の観察**

電気メッキ缶は殆んど変化なく，混合缶は缶胴部（ホットデイップ部）に淡褐紫色の変色部が所々に認められ又ホットデイップ缶では淡褐紫色の縞状の変色部が認られ特に缶底部に於いて著しかつた。

## 考　　察

実験Ⅰによれば缶内容物が乳酸アンモニウム，酢酸アンモニウム溶液の場合には缶種が異つても内容液のアンモニア態窒素，揮発酸及び pH に大きな差は認められず，又缶内面の変色にも差はなかつた。しかしながら硫化水素水を詰めた缶では第1表に明らかな如く缶種により内容液中の硫化水素量に顕著な差が認められた。即ち残存する硫化水素は電気メッキ缶では混合，ホットデイップ缶の場合の約2倍であり，混合，ホットデイップ缶の間には殆んど差はみとめられない。

缶内面の外観についていえば電気メッキ缶は巻締部が僅かに変色しているのに反してホットデイップ缶は，缶内面全体に亘つて斑点状の変色部が認められ，混合缶は缶胴部のみが変色していた。この缶内面の変色の割合と第1表の硫化水素の定量値とを考え合せると，缶内容物である硫化水素がホットデイップ缶では缶材と反応して硫化物を作るために缶内面の変色が著しく従つて存在する硫化水素も少ない。これに反して電気メッキ缶では内面塗料に遮断されて硫化水素が缶材と化合しにくいので缶内面の変色も少なく，缶内容物中に残存する遊離の硫化水素が多いものと考えられる。そしてこの缶内容物中に残存した硫化水素が開缶した時の不快臭成分の中の重要な一員であることは容易に想像出来ることである。

次に実際に冷凍鮭を用いて実験Ⅰと同様な実験を行つたのであるが，第2表に示すように，電気メッキ缶に於いて定量された硫化水素は，混合，ホットデイップ缶に於いて定量されたそれの2倍以上に達している。このことは缶内面の観察とよく一致し，実際，缶内面の変色部分は電気メッキ缶，混合缶，ホットデイップ缶の順に多くなつている。

以上実験Ⅰ，実験Ⅱの結果を総合すると，鮭缶詰の場合，電気メッキ缶はホットデイップ缶と異り缶内に発生した硫化水素が塗膜に遮断されて缶材と直接反応しにくいため遊離状態で存在することが多く，この遊離の硫化水素が開缶に際して不快臭を感じさせる成分の中の重要な一員であるということが出来る。

終りに，試料其の他の点で種々便宜を与えられた日魯漁業株式会社，北海製缶株式会社並びに実験に協力した東京水産大学第6回卒業生栗原克君に感謝する。

## 文　　献

1) 富山哲夫・神崎嘉瑞夫：本誌，**17**，115～121 (1952).

# 塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究—II. 塩素化物を四塩化炭素溶液より沈殿として分離する方法

鈴 木 康 策
(東京水産大学)

# Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—II. Separation of the Product from the Solution in Carbontetrachloride by Precipitation Method

Kosaku Suzuki

The chlorination product prepared in carbontetrachloride can be separated more neatly by precipitation method than by evaporating off the solvent. For, when the solution is heated on a water bath, it yields a product not only dark coloured but also hardly separable from the flask. The precipitation method adopted in the present work will be summarized as follows: First of all the concentration of the product in carbontetrachloride is adjusted to 15% referring to a preliminary test made on a small fraction of the whole solution. Methanol should be added to this 15% solution till the three components (the product, methanol and carbontetrachloride) stand at equilibrium, and then the mixture is gradually poured into a weighed amount of methanol that is being stirred throughout this process. Thus the product is precipitated in the form of white powder with the yield of 90% or so. Subsequently it is air-dried. The yield does not reach 100%, since the equilibrium exists among these components.

本製造において，まず四塩化炭素溶液として生成される[1] 塩素化物を分離するのに溶剤の加熱留去による時は，塩素化物が容器内壁に固く附着して，取出すのに不便を来たすばかりでなく，焦げ色を生じる。それで，出来れば加熱によらず，溶液から沈殿として分離する方がよい。塩素化物はメタノールに殆ど溶解せず[1]，しかも四塩化炭素とメタノールは自由に相互溶解するから，四塩化炭素溶液からメタノール処理によつて，沈殿として析出分離することが出来るわけであるが，単に溶液にメタノールを加えるだけでは分離しないので，その方法を報告する。

## 実 験，結 果

**1. 三成分系の平衡** 塩素化物は四塩化炭素に溶解して均一相を作る。これに非溶媒であるメタノールを加える時は，均一相は破られるが，塩素化物の沈殿は得られない。逆に四塩化炭素溶液を大量のメタノール中に加えれば，二層の液相に分れたり，あるいは白色ゼリー状のものを器底に分離したりはするが，塩素化物を固体の沈殿として液から分離することは出来ない。所が四塩化炭素溶液にその均一相を破らない程度にメタノールを加えたものを“注加液”とし，別に沈殿析出用として大量のメタノールをかきまぜながら，その中に注加液を加えれば，始めて塩素化物が粉状の沈殿として分離されるので，これを沪別風乾すればよい。以上の事が数回の予備実験で判つたが，相の均一，不均一，沈殿の析出等は根本的には試料たる塩素化物，四塩化炭素，メタノールの三成分系の平衡に支配される。故に 25°C において先ず三成分系の平衡を求めた。試料とした塩素化物はメカジキ油を塩素素化[1] して得たもので，四塩化炭素，メタノールは共に精製[2]

1958 年 6 月 3 日受理

**Table 1.** Three components at equilibrium (25°C)

| $CCl_4$ | Sample | Conc. of sample in $CCl_4$ solution* | $CH_3OH$ | |
|---|---|---|---|---|
| 3.41 g | 5.50 g | 61.8 % | 0.60 cc | 0.48 g |
| 4.73 | 4.51 | 48.7 | 1.00 | 0.80 |
| 6.37 | 3.50 | 35.5 | 1.80 | 1.43 |
| 7.91 | 2.50 | 24.0 | 2.50 | 1.99 |
| 5.57 | 1.01 | 15.4 | 1.90 | 1.51 |
| 4.71 | 0.51 | 9.8 | 2.20 | 1.75 |
| 7.94 | 0.26 | 3.2 | 4.80 | 3.82 |

* Into this solution metanol is added to get equilibrium.

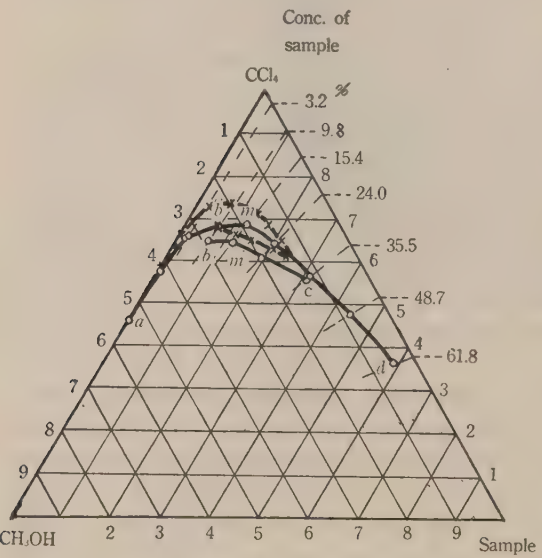



**Fig. 1.** Phase diagrams of $CCl_4$—$CH_3OH$—Sample system at 25°C. and 7°C.
—○——○—, 25°C; —×——×—, 7°C

**Table 2.** Solubility of the sample in metanol—carbontetrachloride system (25°C)

| $CH_3OH$ | $CCl_4$ | Sample |
|---|---|---|
| 100 % | 0 % | 0 % |
| 81.9 | 18.1 | 0 |
| 66.8 | 33.2 | 0 |
| 53.9 | 46.1 | 0 |
| 42.8 | 56.7 | 0.5 |
| 32.7 | 65.1 | 2.2 |

したものを用いた。結果を Table 1. に示す。四塩化炭素溶液における試料の濃度が 3.2 % 以下の場合はこれにメタノールを滴下して行つても，平衡点を見出し難いので，メタノール，四塩化炭素の二成分系に対する試料の溶解度を求めて Table 2. を得，Table 1, 2. から Fig. 1. の a, b, c, d の曲線を画いた。平衡は温度が違えば移動する。たとえば 7°C と 25°C における平衡曲線は，Fig. 1. のようで，低温になると四塩化炭素濃度の大きい方に動く。以下の実験は 25°C において行つたものである。

**2. 注加液の組成**　Fig. 1. において平衡曲線 a, b, c, d は更に頂点まで続くわけであるが，既に d 点においてさえも試料濃度が大で，液は極めて粘稠となり，注加液として析出用メタノール中に注加するということが出来ないし，これをメタノール中でかきまぜても混合しない。一方，b 点においては試料濃度が小さく，メタノールを増加しても薄い乳濁液を生ずるばかりで沈殿は析出しない。以上の理由から注加液として適当な組成は b, c, d の範囲内にあると推量される。b, c 上の一点 m の組成の液に更にメタノールを加えると，勿論平衡は破れて乳濁し，更にメタノールを追加して m′ に至ると，乳濁相は破れ透明な二液相に分れてしまう。このような限界点を b, c 上の各組成に対応して求めると，b′, m′ c の曲線となる。c, d 間においては平衡が破れると直ちに二液相に分離してしまつて乳濁相を経過することがないので注加液の組成には適しない。二液相に分離してしまえばもはや沈殿を生じないからである。従つて注加液として適当なる組成は b, m, c, m′, b′ の範囲内にあるものと予想される。試料の四塩化炭素溶液として 5～35 % の濃度のものを作り，これに対応する b, c 線上の組成の注加液を Table 3. のように調製し，一定量の沈殿析出用メタノールに注加して試料の沈殿率（回収率）を求めた。沈殿用メタノールに注加液を徐々に加えると，始めは試料を粉状沈殿として分離するが，ある注加量を越すと沈殿は白色ゼリー状となり，これは試料と共に他の溶剤を含むものであるから，試料のみを分離する

には粉状の沈殿が生ずる限度内に注加液の注加量を制限しなければならない。制限量は注加液の組成によつて違う。Table 3. の第6欄の通りである。各注加液より試料が沈殿として回収された割合は Table 3. に見られるように，No. 3 が最大で，しかも一定量のメタノールで処理出来る試料の量も最大であり，注加液の組成として最適である。

**Table 3.** Recoveries of the sample from impouring solutions of different compositions

| No. | Conc. of sample in $CCl_4$ solution | Impouring solution | | | | Sample used* | Recovery of sample | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $CCl_4$ | Sample | $CH_3OH$ | Volume used* | | | |
| 1 | 5% | 67.4% | 3.5% | 29.1% | 13.2cc | 0.584 g | 0.274 g | 46.9% |
| 2 | 10 | 68.9 | 7.6 | 23.5 | 16.7 | 1.655 | 1.355 | 81.9 |
| 3 | 15 | 68.8 | 12.1 | 19.1 | 20.0 | 3.300 | 2.950 | 89.4 |
| 4 | 20 | 66.0 | 16.7 | 17.3 | 9.7 | 2.190 | 1.950 | 89.1 |
| 5 | 25 | 63.0 | 20.9 | 16.0 | ** | — | — | — |
| 6 | 30 | 60.3 | 25.7 | 14.0 | — | — | — | — |
| 7 | 35 | 56.7 | 30.8 | 12.5 | — | — | — | — |

* for 50 cc of metanol as precipitant

** Impouring solutions, No. 5, 6, 7, gave no powdery precipitates of the sample.

No. 3 の注加液は試料の四塩化炭素溶液として 15 % の濃度のものにメタノールを加え，Fig. 1. の b, c 線上に乗るように組成を定めたものであるが，メタノール濃度が僅かながらこれより小さい場合 (b, c 線の外側の均一相)，多い場合 (b, c 線と b′, c 線間の乳濁相) は試料の沈殿率すなわち回収率がどう変つて来るか。これを調べた結果を Table. 4. に示す。No. 1 のようにメタノールが多くなると試料は粉状沈殿として分離せず，No. 2, 3 のものも No. 4 より回収率が悪い。故に，Fig. 1. の b, c 線と b′, c 線間の乳濁液は注加液として過当でないことが分る。No. 5. は b, c 線の外側の組成であり，やはり回収率が劣る。No. 4. は b, c 線上の組成のもので最大の回収率を示している。結局注加液の組成は三成分が丁度平衡するように調製しなければならない。

**Table 4.** Recovery of the sample and concentrations of metanol in the impouring solutions

| No. | Composition of impouring solutions* | | | Recovery of sample |
|---|---|---|---|---|
| | $CCl_4$ | Sample | $CH_3OH$ | |
| 1 | 66.7% | 11.7% | 21.6% | ** — % |
| 2 | 68.0 | 12.0 | 20.0 | 83.8 |
| 3 | 68.3 | 12.1 | 19.6 | 84.4 |
| 4 | 68.9 | 12.1 | 19.0 | 90.5 |
| 5 | 69.7 | 12.3 | 18.0 | 79.3 |

* 15 % solution of the sample in $CCl_4$ was used to prepare these solutions, No. 1～5.

** The sample was separated as one block accompanied by solvents. The desirable powdery precipitates were not obtained.

**3. 析出用メタノールの量について**　注加液を沈殿析出用メタノールに注加するに当り，もしメタノール量が過少ならば，試料は溶剤を含んだゼリー状の沈殿物となるから，必要量以下に減らすことは出来ないが，必要以上に多くても粉状の沈殿が得られる。この場合，試料の沈殿回収率と析出用メタノール量との関係を見よう。沈殿を沪別した後の母液には僅かの試料が懸濁質，溶質として残存している。Table 4, No. 4 の場合母液の組成は次の通りであつた。

| | |
|---|---|
| 四塩化炭素 | 24.5 % |
| 試　料 | 0.4 % |
| メタノール | 75.1 % |

故にこれより逆算すれば析出用として有効なメタノールの最小量を求めることが出来る。今，ある試料 3g を用い，Tabl 4, No. 4 の注加液 24.7 g を得た。これを処

**Table 5.** Recovery of the sample and volume of metanol used for precipination

| Metanol for precipitation | Recovery of sample* | | Composition of mother liquids | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $CCl_4$ | Sample | $CH_3OH$ |
| 60cc | 2.576 g | 85.9% | 24.3% | 0.6% | 75.1% |
| 70 | 2.513 | 83.8 | 21.8 | 0.6 | 77.6 |
| 80 | 2.444 | 81.5 | 19.8 | 0.6 | 79.6 |

* 3 g of the sample was used.

理し得るメタノール最小量は前記計算で，59.7 cc となる。そこで析出用メタノールを 60，70，80 cc 用いた時の試料の沈殿回収率を見ると，Table 5. のようにメタノール量は少い程よい。

**Table 6.** Purification of the sample by repeat of precipitation

| Repeat of precipitation | Yield of the sample precipitated | Mean molecular weight | Chlorine content |
|---|---|---|---|
| initial sample | 100 % | 1081 | 57.6% |
| 1 st | 83.3 | — | 57.9 |
| 2 nd | 69.7 | 1197 | 57.7 |
| 3 rd | 61.6 | — | 56.8 |
| 4 th | 55.5 | — | 57.7 |
| 5 th | 50.0 | 1091 | 56.9 |

**4. 精製**　前述のようにして得た試料につき，精製のため溶解沈殿を5回繰返し，各回試料の塩素含有率（カリウス法），平均分子量（ベンゼン溶液氷点降下法）を見ると，Table 6. のように繰返しても変らない。

**5. 沈殿の析出状態について**　本試料については通常の分別沈殿法を用いることが出来ないが，所定量のメタノール中に注加液を逐次注加しつつ沈殿操作を行う時，注加量によつて母液組成を異にするから，収率，分子量，塩素含有率の異るものが得られると思われる（本試料は単一物質ではない）。今注加液全量を処理するに足るだけのメタノールに対し，注加液を等量づつ5回に分注し，各回毎に収率，平均分子量，塩素含有率を調べた。この分注法では第1回の沈殿を取出しても，母液中に試料が幾分残つているし，これに前回と全く同じ組成の注加液が第2回の分注として加えられるので，この時の沈殿は前回と同じ沈殿をも含むことになる。分別沈殿を行つているわけではないが，Table 7. に示すように，分子量の大きい

**Table 7.** Samples precipitated out of each fraction of the impouring solution

| *Fraction of impouring solution | Precipitated sample | |
|---|---|---|
| | Chlorine content | Mean molecular wt. |
| 1 st | 55.9% | 1441 |
| 3 rd | 55.7 | 1263 |
| 5 th | 55.8 | 1027 |

* Each fraction is about 20 % of the whole.

もの程，始めに沈殿することが分る。また，分子量の大小によらず，同じ割合で塩素化されていることが分る。沈殿の収率を見ると Fig. 2 の（1）のように，沈殿は注加液がある量だけ注加された時に一時に生ずるというものでなく，注加の殆んど最初から注加量に比例して生じている。（1）は約 5 % の所で横軸を切るが，ここまでは試料が母液中に溶解，分散していることを示している。（1）の傾斜は 45 度より大きい。これは沈殿率の漸増を示す。各回分注迄に沈殿した試料の和をそれ迄に注加された全試料に対する析出率として求めれば同図（2）のよう漸増の様子が明かである。

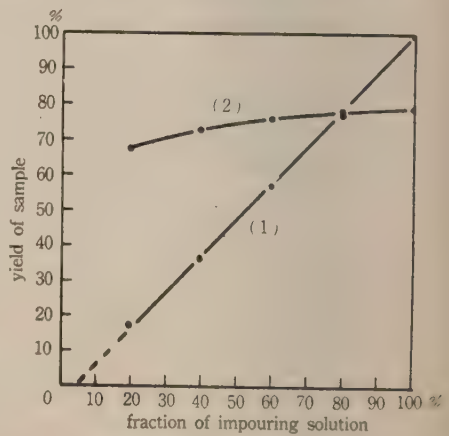



**Fig. 2.** Yields of the sample at each fraction of the impouring solution used

$$(1) = \frac{\text{sample precipitated from each fraction}}{\text{sample precipitated from the whole of the impouring solution}} \times 100$$

$$(2) = \frac{\text{sample precipitated from each fraction}}{\text{sample contained in each fraction of the impouring soution}} \times 100$$

## 考　　察

**1.** 本沈殿法は試料，メタノール，四塩化炭素の三成分系の平衡を基礎とした。しかし，塩素化の実際の過程においては遊離塩素，塩化水素が液中に含まれてくるから，これを除去してから沈殿操作に移られねばなら

ない。

**2.** 三成分間に平衡が存在するので試料の全量を沈殿として析出させるわけには行かない。ただし未回収試料を塩素化の工程に戻してやれば実際上の損失は防がれる。

**3. 沈殿の生成について** 試料の四塩化炭素溶液は濃度の増加につれて粘度の増加が著しく，溶媒和を起し Fig. 3. a のように多数の自由な四塩化炭素分子間に少数の溶媒和した試料分子が散在し均一系を構成しているものと考えられる。これに大量のメタノールを加えると二層に分離して同図 b のようになる。何故なら試料，四塩化炭素，メタノールの比重はそれぞれ 1.5[1], 1.6, 0.8 であるから溶媒和した試料は下層になり，かつ，この状態では溶媒和した試料分子間の凝集力のため上層は下層に拡散出来ないので二層を構成し，試料分子は溶媒和した四塩化炭素に隔てられている故に沈殿となり得ない。注加液は図の a の状態の溶液にメタノールを加えて三成分が丁度平衡状態にあるようにしたものであるから，相変化の点より見れば最も不安定な状態である。その一滴が大量のメタノール中に加えられると，小滴中のメタノールおよび四塩化炭素は大量のメタノール中に自由に拡散してしまい，溶媒和した試料分子の 1 個 1 個が多数のメタノール分子によつて，互に隔絶され凝集することがない。そこで始めて試料分子に溶媒和している四塩化炭素分子がメタノール中に拡散し，溶媒和が破壊され，試料は沈殿すると考えられる。Fig. 3. a の溶液は安定な均一系であるから，これを大量のメタノール中に注加しても，平衡系の場合に比べ，相の混乱は起りにくい。多少は起るので Fig. 3. b の下層に試料の沈殿を混入したような状態の層が分離する。この層は沈殿が多ければ白く固いし，少ければ白い液状となる。注加液のメタノール濃度が平衡濃度以下の場合も同様である。

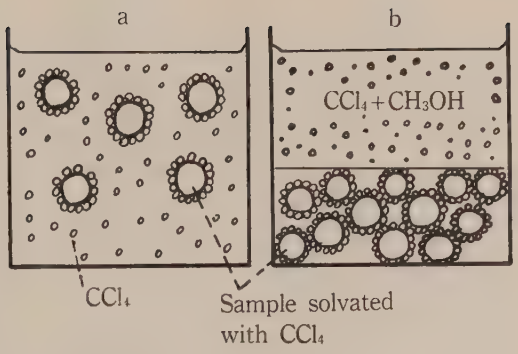



**Fig. 3.** Scheme of the sample dissolved in $CCl_4$

## 要　　約

試料の約 15 % 四塩化炭素溶液にメタノールを加え，三者平衡溶液を作る。これを計算量のメタノール中にかきまぜながら徐々に注加すると試料は粉状に沈殿する。メタノール所要量は一度沈殿操作を行い，その母液の三成分の割合を求めておき，これより算出する。

終りに御指導を仰いだ東京工業大学舟木教授に深謝します。

## 文　　献

1) 鈴木康策： 本誌，**24**, 45 (1958).
2) 桑田勉： 溶剤，丸善，東京，(1951).

# 抄　　録

**消毒剤の魚類及び飼料動物に及ぼす作用に就て** H. MANN: *Zeitschr. f. Fischerei*, Bd 6, 135～140 (1957). 種々の消毒剤，清浄剤 (Quartasept, Beloran Tego 51, Sokrena, Calgonit, Neomoscan, $P_3$ Asepto) の魚顔 (Karpfen, Zwergwelsen, Weiszfisch, Guppis) 及び飼料動物 (Daphnien, Tubificiden) に及ぼす影響が研究された。此等薬剤の効力は大体同等で，限界有効濃度は 10～50 mg/$l$ である。Daphnien は Tego, Sokrena, Neomoscan などに対してはより感性高く 5mg/$l$ で十分生活機能の障害をうける。薬剤濃度を徐々に上げていくと毒性に対し抵抗性（適応）を生ずる。実験温度上昇は毒性発現時間を短縮せしめ，特に突然実験温度を上昇せしめるとその毒作用を増強せしめる。使用水の硬度を上昇せしめると傷害が少くなる。又薬剤を併用すると synergic な作用を示す。(浅野)

**ムラサキイガイ (*M. edulis*) の gill plate の繊毛運動とアセチルコリン** E. BULBRING, J. H. BURN, H. J. SHELLEY: *Proc. Roy. Soc. London* Ser B, **141**, 445～466 (1953). アセチルコリン (Ach) は神経衝撃の humoral transmitter として作用する事は衆知であるが，更に別の機能，即ち種々の組織に於ける律動的活動をコントロールする機能があり，そのため Ach が局所的につくられる事が *M. edulis* の gill plate の繊毛運動に関する本研究から明白となつた。Achは薬理的に，且つペーパークロマトグラフィーにより gill plate 中に証明された。又 gill plate 中に choline acetylase system や，true cholinesterase の存在も認められた。繊毛運動は高濃度の Ach や Eserine では抑制され，低濃度では刺戟される。又 d-tubocurarine で抑制される。gill plate の如き神経のない組織では生成された Ach は繊毛運動をコントロールする local hormone として存在している。(浅野)

**各種淡水魚脂肪の局部的分布** F. W. F. MORAWA: *Zeit. f. Fischerei*, Bd V, Heft 1～2, 115～132 (1956). 13種の各種淡水魚脂肪の局部的分布をしらべた。魚の脂肪蓄積は年令，成熟週期，生存密度，気候，摂餌期，食餌供給度，栄養状態などの要因で左右せられる。*Perca fluviatilis*, *Lota Lota*, *Coregonus albula* などは精細に研究されたが他種については比較値があげられている。脂肪の蓄積の傾向は個々の種に特長的である。魚の頭部は一般に脂肪が多い。少いのは *Lota Lota*, *Esox lucius*, *Acipenser ruthenus* (小) である。ウナギ，川ヤツメの肉は著しく脂肪が多い。ヨルメギ科の魚，*Osmerus eperlanus*, *Acipenser* では肉は比較的脂肪が多いが，*Perca*, *Esox* では平均 1～2%，一番少いのは *Lota* である。脊椎骨は殆んどの魚種で脂肪が多いが *Lota* のみは例外である。肝臓は *Lota* では特にエネルギー貯蔵所として重要であるが，他種では肝臓は小さく，その脂肪含量は稀に全魚体脂肪含量をこえる。*Acipenser* では肝臓は比較的大きく脂肪も多い。生殖巣では精巣は特に脂肪が多くなく，卵巣では可成変動がある。他の内臓，就中腸管とその附属組織は多くの魚種で主要な脂肪貯蔵所となつている。年次的な変動は多脂肪の部分に特にはつきり現われる。一年の最低値は産卵期中かその直後に現われる。小魚，病魚は平均して老大魚より脂肪含量が少い。若年魚では成熟週期による変動は成熟魚より少い。(浅野)

**ヒラメ類の脂肪分布** F. W. F. MORAWA: *Zeit. f. Fischerei*, Bd V. Heft 3～4, 269～273 (1956).

バルチック海ヒラメの脂肪分布に就いての SELIGO (1916) の報告によれば，春及び夏の終りの 23～27cm 体長のヒラメでは肝臓脂肪含量は 4 月 5.0%，10 月 16.7%，側肉では 2.1～2.9% で，脂肪含量最低値は 4 月の産卵期に見られた。

著者は *Pleuronectes flesus* L, *Pleuronectes limanda* L, *Hippoglossus vulgaris* FLEM. につき研究し，体長 20cm (♀) では 7 月頭部 2.0%，肉部 0.5%，表皮 4.0%，鰭周辺部 5.2%，内臓 1.1%，脊椎骨 5.3%，尾鰭，胸鰭 2.0%，生殖巣 1.2%，肝臓 14.1% で (♂) では 6.8% (肝臓)，全重量に対する肝臓の割合は ♀ 1.5%，♂ 1.7% であつた。バルチック海産ヒラメでは大部分の内臓や肉には脂肪の蓄積が少いが，肝臓や脊椎骨は脂肪蓄積所となつている。産卵期には最低値を示す。(浅野)

**[北海] タラに関する研究—I. 筋肉細胞の大きさ** R. M. LOVE: *J. Science of Food and Agriculture*, **9** (4) 195～198 (1958). 筋肉の化学的成分を定量するに当り合理的且つ一定のサンプリングを行う上に必要な組織の知識をうる目的でタラの筋肉系を用い筋繊維の大きさ，数が単位容積あたりどの程度変動するかを見た。筋肉を 10% フオルマリンと共に刃のないホモヂナイザーにかけると殆んど破損を行わさせずに筋繊維を分離し得，顕微鏡でその幅を測定出来る。またタラのフィレーは結締組織によつて約 50 片 (myotome) にわけられ，その各々が筋繊維の長さになる。

筋繊維の長さ，幅はともに頭の附根から約 12 番目の myotome で最大となり，その前や後にいくほど小さくなる。また単位容積中の繊維の数は繊維の大きさに逆比例する。一番長い繊維の長さは魚の体長と正比例し，幅についても同様の関係がある。10 m 以上の体長のタラでは体の成長は筋繊維が大きくなることによるもので，筋繊維の数は種によつて

一定であることが推論される。

化学分析には魚全体を用いるよりも同じ部位の myotome から試料をとつた方がよい。(岡田)

**魚類間腎のアスコルビン酸含量** MAURICE FONTAINE et JEANINE HATEY: *Bull. inst. océanograph.* No. 1037, 1～7, (1954). 哺乳顔，鳥類，蛙等の副腎皮質にアスコルビン酸が豊富に含まれていることはよく知られているが，著者等は魚類における間腎が哺乳類の副腎と組織学的に同じものと考えられるところより，サメ類及び硬骨魚類間腎のアスコルビン酸含量を測定した。アスコルビン酸の定量法は ROE et KUETHER の方法 (*J. biol. Chem.*, 147, 399～407 (1943)) によつた。サメ類の間腎のアスコルビン酸含量は腎臓よりははるかに高く，哺乳類や鳥類の副腎のアスコルビン酸含量に匹敵する。ウツボ及びウナギに於いては他の組織より間腎を分離することは困難であつたが，脈官組織や腎組織のアスコルビン酸含量がこれらの組織中に含まれる間腎細胞の数と比例することが認められ，比較的純粋な状態に間腎を分離したもののアスコルビン酸含量は更に高かつた。サケ，マス類においては腎臓を 10 の部分に分けアスコルビン酸含量を測定したが，やはり間腎細胞の多い部分が高かつた (山川)。

**魚類に対する副腎皮質刺激ホルモンの作用とアスコルビン酸含量** JEANINE HATEY: *Bull. inst. océanograph.* No. 1058, 1～11, (1955). アナゴを次の 3 群に分け，間腎体の重量変化及びアスコルビン酸の含量を測定した。第 1 群—対照，第 2 群—ホルモンを含まぬ溶剤のみを腹腔内注射せるもの。第 3 群—体重 100 g あたり 10～20 国際単位のホルモンを腹腔内注射せるもの。その結果—(1) 第 2 群および第 3 群の前間腎体の重量は魚の体重当りの mg % として注射後 30 分でともに第 1 群の約 50 % 増大する。しかし第 2 群にあつては其後重量は減少し，6 時間後にはもとの重量に戻るが，第 3 群では 6 時間後においても重量は増大したままである。(2) アナゴにおいても他の魚類同様間腎組織を含む部分は含まぬ部分よりアスコルビン酸含量が高い。(3) 注射後 30 分における組織あたりのアスコルビン酸含量は第 2 群において減少するがこれは組織の重量が増大するためで，体重あたりの含量は変らない。これに反し第 3 群では組織の重量が増大しても組織あたりのアスコルビン酸含量は変らず，総量が増大する。以上の結果は魚類にあつては注射の刺戟のみでホルモンが分泌され，間腎の重量が増すが，その効果は外部よりホルモンを注射した場合よりも劣り，且つホルモン注射は魚体内のアスコルビン酸を動員し，組織内の含量を一定にたもつものと考えられる。(山川)

**カキの組織のチトクローム系** Kiyozo KAWAI: *Nature*, **181**, 1468 (1958). カキ (*Crassostera gigas*) の各組織についてチトクローム (Cyt) の吸収帯を調べた。パン酵母に比して吸収は極めて弱いが，鰓，外套膜，閉殻筋，側房など調べたすべての組織に Cyt b に相当する吸収帯を，鰓及び外套膜に Cyt a の吸収帯を認めた。Cyt c は痕跡も認められなかつた。またすべての組織にピリヂンヘモクロモーゲンの強い吸収帯が得られた。

鰓及び外套膜の酸素消費量は暗所で約 50 % 阻害されるが，500 ワットの電球で照明すると完全に回復し，また 0.001 M のシアナイドにより対照の約 18 % に減少するが，$6\times10^{-5}$ M のメチレンブルーの存在で約 40 % に回復する。

以上の実験からカキの組織の呼吸は主に Cyt-Cyt oxidase 系を含む代謝系路に依つていることは明かである。

Cyt c の吸収帯がどの組織にも見られずまた Cyt a の吸収帯が或る組織に見られなかつたのは含量が非常に少いためかも知れない。(鴻巣)

**イオン交換樹脂カラムクロマトグラフによる酸性アミノ酸の定量法** A. M. MARKO: *Can. J. Biochem. and Physiol.* **35**, 1249～1258 (1957). Dowex 1—X8 のカラム (内径 1 cm, 高さ 7～15 cm) を用い，pH 4.0～4.6, 0.1 M の醋酸緩衝液でグルタミン酸及びアスパラギン酸を分離溶出，次いで pH 5.5～5.9, 0.2 M の醋酸緩衝液でシスティン酸を溶出せしめ，ニンヒドリン法で比色定量する。回収率は 3 者共 100±3 % である。

本法の利点は酸を用いず緩衝液で溶出を行うので樹脂の分解を起さず，また用いるカラムも短く，温度調節の必要がないので Moore & Stein 法 (1951, 1954) に比して簡便であり，且つ短時間で分析可能である。(鴻巣)

**カメの 2 種のヘモグロビンの単離と諸性質** J. R. RAMIREZ and H. C. DESSAUER: *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* **96**, 690～694 (1957). 沪紙電気泳動の結果 2 種のヘモグロビン (Hb) の存在することが判つたカメ (*Pseudemys scripta elegans*) の溶血液をベロナール緩衝溶液中で連続沪紙電気泳動にかけると Hb は早い成分 (F) と遅い成分 (S) とに分れ，夫々を更に電気泳動に付しても均一であつた。これらの Hb の諸性質を比較した結果によると鉄 1 原子当りの酸素結合量，二・三誘導体の可視部吸収スペクトルには差が見られず対照の人 Hb と同じであつた。併し等電点は Hb-S が人 Hb に似て pH 7 付近にあるのに対し Hb-F は 5.7 という低い値を示し，又アルカリ抵抗性では後者が人 Hb と同程度であるのに対し前者は著しく大きかつた。更に沈降恒数に関しても差が見られ Hb-F が人 Hb とほぼ同じであるのに対し Hb-S はその約 2 倍の値を示した。又単離した両成分の混合溶液中の各成分の電気泳動易動度は各単独の場合に比べてやや異り，混合溶液中でこれらの Hb が相互作用を示すことが判明した。(橋本)

**ヘモグロビンからの未変性グロビンの調製とその**

**二・三の性質** A. ROSSI-FANELLI, E. ANTONINI, and A. CAPUTO: *Biochimica et Biophysica Acta* **28**, 221 (1958). ヘモグロビン (Hb) から調製したグロビンが未変性であるという最善の証明は復元した Hb の酸素平衡を測定することによつて得られる。しかし未だかかる未変性グロビンを得たとの報告がない。そこで次の如くして未変性グロビンを調製した。先ず人の結晶 Hb の無塩溶液を −20°C で 20～25 倍容の酸—アセトン混合液で処理，15分放置後同温度で遠心分離，得た沈澱を水，0.0015 M 重炭酸ソーダの順に透析した。かくて得たグロビンは 1 モル (66,000 g) 当り 4 カのプロトヘミンと結合し，酸素平衡を含む生理的，物理化学的諸性質に関して元の Hb と相違を示さなかつた。又電気泳動，超遠心分離試験等の結果も本標品が高度の均一性を有することを示した。尚分子量はこれらの測定値から 42,000 と算定された。(橋本)

**フィコシァニン及びフィコエリスリンの色素部分** C. O. HEOCHA: *Archives of Biochemistry and Biophysics* **73**, 207～219 (1958). 海藻から上記の色素蛋白を暗所で冷水抽出して硫安分画後，カラムクロマトグラフィーによつて純化した。これらからその色素部分を分類するに当つては従来の如き過激な方法を避け濃塩酸と室温放置する方法を採つた。かくしてフィコシァニンから得た色素部分を phycocyanobiln (I)，同じくフィコエリスリンから得たものを phycoerythrobilin (II) と名付けた。スペクトル的研究によると I 及びその Zn 錯化合物はクロロホルム中で 630 mμ に吸収極大を示したが，前記塩酸との接触を長時間又は高温で行うと I は mesobiliviolin のスペクトルを示し，このことは I が mesobiliviolin であるとの説が過激な分離法に由来する誤りであることを証明している。多くの海藻からその色素部分のスペクトルが I とやや異る少量の色素蛋白が分離せられ allophycocyan と命名された。一方 II はスペクトルの多少異るフィコエリスリンからも同一のものが得られ，I と同様クロロホルム可溶であるが不安定であつた。このものは 576 mμ に吸収極大を示すがその Zn 錯化合物では極大は 583 mμ に移行した。II は従来 mesobilirhodin であるとされて来たが，後者は II の酸化生成物であることが判つた。(佐伯誠)

**介類閉殻の蛋白** BAILEY, K.: *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **29**, 96～108 (1956). カキ及び *Pinna nobilis* (タイラギの類) 閉殻筋の白色部又は黄色部を材料とした。カキ閉殻筋は蛋白 12.5～14.0 %，蛋白中結締組織 2～3 %，水溶性蛋白 14～20 %，せんい性蛋白 70～80%，全N中3塩素酢酸酸可溶 N 18～24 % であつて，白色部と黄色部の間には有意の差はなかつた。順々にイオン強度 (*I*) を上げて抽出すると *I* = 0.2～0.3 の間で急に蛋白の溶出量が増したが，pH 9.1 の WEBER の溶液で抽出しても溶出量は全蛋白の 76～80 % に過ぎなかつた。両種の介の筋を水抽出した残渣に KCl を加えて 1 M とし，1 夜冷蔵後順々に低い *I* の外液に対して透析すると，0.15 M で針状結晶が生じた。結晶は水に溶けて粘稠な液となり 0.2 以上の *I* で溶解する。微アルカリ性で $(NH_4)_2SO_4$ によつて塩析すると 23～29 % 飽和度で沈澱し，1M KCl 溶液 (pH 6.6) の固有粘度は 2.56 でウサギミオシンの値 (～2) より高い。流動複屈折より分子の長さを計算すると 4500 A となりウサギミオシンの 3000 A より長い。結晶の収率は全蛋白の 25～30 % である。*Pinna* 筋よりエタノール法で得られたトロポミオシン結晶の収率は ～12 % に過ぎない。この蛋白自身は PP (ピロ燐酸塩) に対して粘度低下を示さないが，ウサギ又はカキのアクチンと混合すると PP によつて粘度変化を示す。この針状結晶蛋白は介類筋中のミオシン様蛋白と考えられる。(松本)

**包装牛肉の色調に及ぼす包装材料照射及びオーレオマイシンの影響** DEAN, R. W. and BALL, C. O.: *J. Agric. Food Chem.*, **6**, 468～471 (1958). 米国ではすぐ調理出来る形の包装獣肉が多量に市販されているが，この製品の技術上の問題点は肉の鮮赤色をどのようにして維持するかということである。このため多くの研究が行われ，幾多の方法が推奨されているが未だ良法は見出されていない。ここでは牛肉について 14 種の包装材の鮮赤色維持効果並びにその効果に及ぼす陰極線及びオーレオマイシンの影響を調べている。その結果によると包装材ではビニルアルコール被覆のポリエチレン，ポリエチレン-セロファン，ポリエチレン-セロファン-ポリエチレン，ポリエチレン-ビニルアルコール-ポリエチレン並びにメイラーポリエチレンが良い結果を与え，缶ではヘッドスペイスの少いものが良好であつた。一方陰極線照射並びにオーレオマイシン浸漬の効果は殆んど認められないか又はかえつて色調を損う結果となつた。(山田)

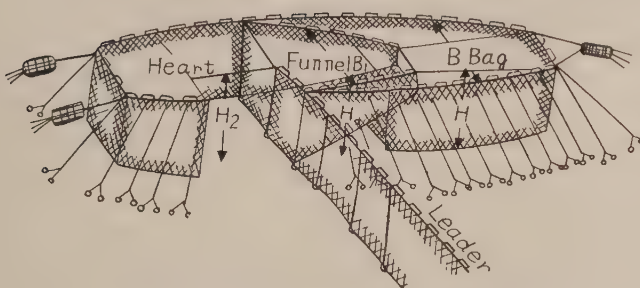
**照射獣肉並びに獣脂よりカルボニル化合物の生成について** BATZER, O.F., SRIBNEY, M., DOTTY, D. M. and SCHWEIGERT, B. S.: *J. Agric. Food Chem.*, **5**, 700～703 (1957). 獣脂にガンマー線を照射するとカルボニル化合物を生ずるが，この現象は脂肪酸エステルを照射した場合にも認められる。一方多脂肪の獣肉は脂肪の少い獣肉程異臭を呈しないことが知られている。したがつて脂肪の多い獣肉では脂肪より生ずるカルボニル化合物によつて異臭が抑制されるであろう。この可能性を確めるために照射獣肉並びに獣脂のカルボニル化合物の性質を調べ，獣肉と獣脂とでは生成カルボニル化合物が異ることを明かにした。即ち脂肪の多い獣肉程カルボニル化合物の生成量が少く，獣脂を種々の割合で添加した獣肉でも同様の結果が認められ，かつ獣肉と獣脂のカルボニル化合物ヒドラゾンの最大吸収帯は一致しない。(山田)

# 正　誤　表

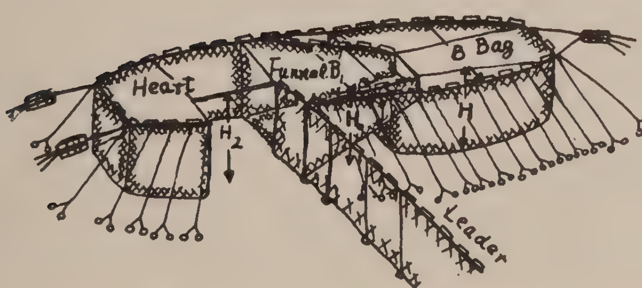
Vol. 24, No. 4

| 頁 | 誤 | 正 |
|---|---|---|
| 236 下 11 行目 | $T_u = K_4 D\left(B + \frac{H}{2}\right)^2$ | $T_u = K_4 D\left(H + \frac{B}{2}\right)^2$ |

235　Fig. 1




誤




正

昭和三十三年九月二十日　印　刷
昭和三十三年九月二十五日　発　行

第二十四巻　第五号

本号定価 130 円
(送料別)

編集兼発行者　関　根　隆
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発　行　所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529番
電話 (45) 2200番

印刷者　笠　井　康　頼

印刷所　株式会社　国際文献印刷社

発売所　株式会社　国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0931

# カワハギおよびアミメハギの体色変化

岡市友利・階 久雄・橋本芳郎
(東京大学・農学部)

# A Rapid Color Change in the Filefish

Tomotoshi Okaichi, Hisao Kai and Yoshiro Hashimoto
(Laboratory of Fisheries Chemistry, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo)

A rapid and marked color change was observed on a filefish, *Stephanolepis cirrhifer* (Temminck et Schlegel) and four distinct patterns were recognizable (Fig. 1). Among twelve fish which ranged from 7 to 9cm in length and were kept in a tank of 60 litres capacity in the laboratory, there appeared two dominants assuming the pattern B, whereas the other subordinates indicated no dark pattern (A). When these dominants were removed from the tank, two dominants newly appeared soon. The dominant actively drove subordinates away and fought with the other to occupy the food and space (c and d in Plate I). The excitement in these activities induced the remarkable dispersion of melanophores (C and D in Fig. 1). A rapid and extensive aggregation of melanophores resulting in the excitement pallor was also recognized when the fish were frightened violently. It is the most interesting fact that the time required for change of pattern is very short and the shift from one extreme to the other, for instance from D to A, occurs only in one or two seconds, and this may be the most rapid case so far known on fish (Table 1).

Among the fish kept in a large aquarium in the Ueno Zoo, on the other hand, there was recognized no order and every fish assumed the pattern B or C, whereas the same rapid excitement pallor was observed. The behavior of the fish in the laboratory, therefore, must be a specific one induced by the experimental condition, perhaps by the dense keeping of fish.

The similar color change due to excitement was also indicated by a different species of filefish, *Rudarius ercodes* (Jordan et Fowler) (Plate II).

魚類が条件により体色乃至模様を変えることは古くから観察され，かなりよく研究されている[1),2)]。このうち比較的速やかなものとしては背景の色，明暗，模様に対する反応および斗争その他の興奮に伴う変化があり，いずれも erythrophore あるいは melanophore の拡大，収縮*がその主因となつている。Parker[1)] は硬骨魚における両色素胞の拡大 → 収縮あるいは収縮 → 拡大の所要時間に関する報告例を取纏めている。これによると melanophore では 10～25 秒 (*Mollienisia latipinna*), erythrophore では 2～4 秒 (*Prionotus strigatus*) が最も速い例になつている。

我々は別の実験目的でカワハギ, *Stephanolepis cirrhifer* (Temminck et Schlegel) とアミメハギ, *Rudarius ercodes* (Jordan et Fowler) を実験室内で飼育したが，偶然その黒色斑紋が著しく変化することに気がついた。多くの場合その変化は僅か 1～2 秒で完了し，魚の melanophore では未だ全く報告例を見ない速さで起ること，およびその変化は興奮，驚愕等の心理的要素に支配されていることが判つた。この両種の魚はかなり飼育し易く，かつ際立つた斑紋の変化を示すので，体色変化の生理学的研究あるいは生態学的研究に恰好の材料と思われる。ここに我々の観察の概要を述べてこの方面の研究者の参考に供したい。

1958 年 7 月 2 日受理

* “拡大，収縮” は正確には “色素胞内の色素粒の拡散，凝集” とすべきであるが，便宜的にこう称えた。

## I. カワハギの飼育

魚は体長 7～9cm，体重 15～30g のもので，最初東大油壺臨海実験所で約4週間絶食状態にあつたものを引続き同実験所で餌（煮熟鯉肉2部と 30% ゼラチン溶液1部とを混じたもの）を与えて1週間予備飼育後，我々の研究室に移した。研究室では我々が考案した小型循環濾過方式のガラス製飼育槽（約 60$l$ 容）で飼育した[3]。天然海水 (S, 30～32‰, pH 7.8～8.0) を使用し，水温は投込みヒーターで 22°C に調節した。研究室内の飼育期間は 11 月 21 日より 12 月 22 日迄の約1カ月で，前述の鯉肉餌料を1日3～4回与え，毎回飽食させた。最初 12 尾を入れ，以後 10 日目毎に実験の都合で4尾宛取揚げた。最後迄飼育水は清浄に維持され，魚はよく摂餌し充分満足すべき状態に保たれた。

## II. カワハギ黒色斑紋の変化

最初飼育槽に入れたカワハギの大部分が黒色斑紋を示さないのに少数の個体には明瞭な斑紋が認められることに気がついた。これは個体差によるものと軽く考えていたが，数日後，観察者が急に接近して魚に警戒心を起させたときか，魚が餌の奪合いをするとき斑紋の濃さ，模様が速やかに変化する現象が認められた。そこで詳しく観察してみると，カワハギの黒色斑紋は非常に変り易く，個体差によるというよりは魚の心理状態に関係するものであり，その斑紋の有無は魚の群内における地位を或程度標示することが判つた。

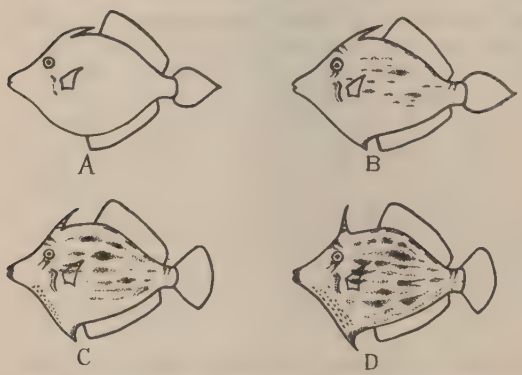



**Fig. 1.** Schematic diagram of four distinct patterns of filefish, *Stephanolepis cirrhifer*
A··Pattern of subordinates and violently frightened dominants (excitement pallor)
B··Pattern of dominants
C··Pattern of dominants slightly excited in threating subordinates or in preparing for fighting with the other
D··Pattern of dominants extensively excited in fighting

### A 黒色斑紋の変化の段階

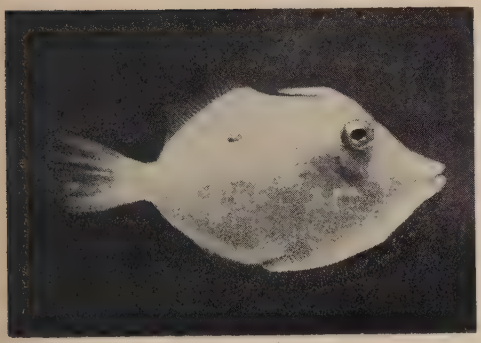
黒色斑紋は連続的にかつ急速に変化するので，その状態を刻明に記述するのは容易なことではないが，幸いかなり特徴的で比較的頻繁にみられる4つの段階があつたので仮にこれを一応の基準として説明する。各段階を模式的に示すと Fig. 1 のようになる。このうち A と D は melanophore の収縮と拡大の極限を示すものと思われ，かなりはつきりしているが，B と C は必ずしも固定的なものではなくおおよその程度を示したものである。

1. Aの段階　これは劣位魚 subordinate の平常の状態で体色は明るい淡黄褐色を示し，同色の巻雲状のむらがみられるが，黒色斑紋はなく，ときに僅かな黒色斑点を認める程度である。暗色では多少黄色味が減少し灰褐色味を増すが，やはり黒色斑紋は現われない。なお，B, C, D の状態の魚を棒でおどかすと急速に A となる。背鰭棘および腹鰭棘は倒れ，尾鰭は開いていない。(Fig. 1, Pl. I の a および d)

2. Bの段階　これは優位魚 dominant の平常状態に特徴的な斑紋で“優位魚の表示”とも呼べるものであつた。黒色斑紋がはつきり現われ，背鰭棘と腹鰭棘は伸かされ，尾鰭も多少開いてくる。劣位魚でも観察者が急に接近したり，他の魚の威嚇を受けたとき瞬時この程度の斑紋を呈することもあるが極めて稀であつた。斑紋の濃さは常時多少変動している。(Fig. 1, Pl. I の b)

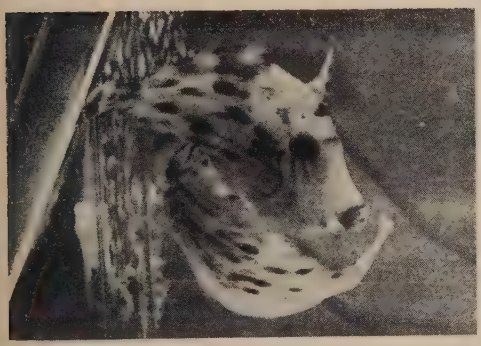
3. Cの段階　優位魚が警戒したとき，あるいは他の魚を威嚇しようとするときに現われる。また網ですくいあげたときは優位魚，劣位魚ともこの段階になつた。黒褐色の斑点は前後につながり長い帯状を呈し同時に頭部の下側から腹部にかけて細かな斑点が散在して出現する。吻の先端部，背鰭基部および鰓蓋の外

**Plate I.** Change of pattern in *Stephanolepis cirrhifer*



a. A subordinate

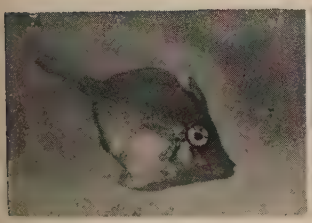
b. A dominant



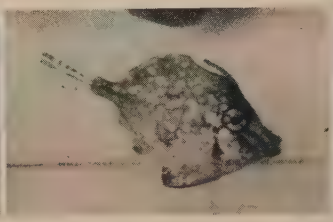
c. Two dominants in fighting

d. A subordinate (left) driven away by a dominant (right)

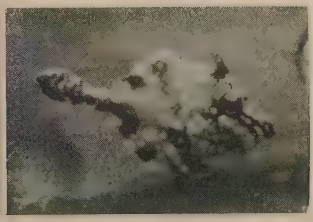
**Plate II.** Color change by excitement in *Rudarius ercodes*



a. Normal fish



b. Slightly excited fish



c. Fully excited fish

縁部を隈取る黒色帯は特徴的である。背鰭棘と腹鰭棘は多少立ち，尾鰭は開く。(Fig. 1, Pl. I の d)

4. Dの段階　Cがさらに進んだ melanophore 拡大の極限と考えられ斗争中に見られる。各斑紋が更に濃くなり，背鰭棘と腹鰭棘は一段と立ち尾鰭を全開する。(Fig. 1, Pl. I の C)

以上各段階の概要を述べたが，斑紋の出現部位にはほとんど個体差がないようである。

**Table 1.** Time required for change of pattern in filefish, *Stephanolepis cirrhifer*

| Change | Time in seconds | Note |
|---|---|---|
| A→B | 1～2 | Recovery from excitement pallor |
| B→C | 1～2 | Excitement in intimidation of subordinates and in fighting with the other dominant |
| C→D | 0.5～2 | |
| B→D | 1～4 | |
| B←C | 1～4 | Restoration to tranquillity |
| B←D | | |
| A←B | 1～2 | Excitement pallor |
| A←D | | |

**B.** 黒色斑紋の変化の速さ

上記各段階相互間で移り変る時間は Table 1. にあげたように極めて短く，すべて数秒以内であつた。特に斗争時の B → D は多くの場合約1秒で完了する。おどかしてAにした魚は条件によつて異なるが，速い場合は数秒でBにかえり直ちに斗争を行つてDとなることもあつた。

**C.** カワハギの斗争と順位

最初 12 尾を水槽に入れたが，優位魚の表示をしたものが2尾現われ，多少場所の移動はあつたが，おおむね水槽の中央部と片隅を専有したようにみえた。劣位魚間の順位は明瞭でなかつたが，優位魚間にはかなりはつきりした順位があつて，第1の優位魚は最も体が大きく，他の魚を余り威嚇せず，劣位魚の群と共に游泳する傾向がみられた。これに対し，第2の優位魚は第1の優位魚より黒色斑紋はむしろ鮮かで，普通，群から離れて広く場所を専有しかつ他の魚をよく威嚇して常時緊張しているように感じられた。しかし斗争においては第1の優位魚の方が強かつた。

優位魚は積極的に餌場を専有しようとする傾向があり，かなり頻繁に優位魚同士で斗争を行つた (Pl. I の c)．斗争はお互いの吻で相手の尾部を狙い，くるくる廻つて 2～4 秒で終了する。適当に餌を与えて斗争を誘発させるとかなり頻繁に行わせることができた。また優位魚は特に空腹時劣位魚の餌場への接近を威嚇して妨害する (Pl. I の d)。ただし劣位魚が優位魚に反撃した例はみられなかつた。

10日目にこの優位魚2尾を含む4尾を除いたところ，残り8尾中に翌日既に2尾の優位魚が出現しBの斑紋を示した。場所および餌の専有に関する斗争は上記同様であつた。最後に 20 日目に同様に優位魚を含む4尾を除き，残りを4尾としたが，この中にもほぼ同様な順位と斗争が認められた。

なお，飼育したカワハギの生殖腺は何れも未熟で，順位と雌雄の関係は明らかでなかつた。

**D.** 上野動物園水族館のカワハギについて

比較のため上野水族館の 1 m³ コンクリート水槽に飼育されているカワハギ（体長約 10 cm のもの1，15 cm のもの 2，20 cm のもの 2 および 25 cm のもの1尾，計6尾）について観察した。研究室のものと異なり，何れも上述の B～C の段階にあり，優位，劣位の関係はみられなかつた。ただし棒でおどかすと背鰭棘および腹鰭棘を立て，尾鰭を開き，斑紋は 2～3 秒以内にすべて消失した。威嚇を止めると 5～6 秒で斑紋が現われもとの状態に復帰した。この変化は大型魚程緩慢であつた。

鎌倉水族館においてもカワハギには通常斑紋が明瞭に観察されるそうである。

**E.** 考　察

カワハギの色変りについてはこれまで報告がないようであるが，ある条件下では黒色斑紋を急速に変えることが判つた。その変化は従来，魚の melanophore について報告されたものより著しく速い。

上野動物園水族館のカワハギでは驚愕により数秒で斑紋が消失することは確認出来たが，研究室で観察したような順位，斗争およびこれに伴う色変りは観察されなかつた。この原因が飼育密度，魚の大小，経歴，環境等の何れにあるかは不明であるが，今後に残された興味ある問題と思われる。これらのうち我々の研究室と上野水族館の特に著しい相違は飼育密度と魚の大きさで，我々の場合は著しく濃密で魚は小さかつた。

### III. アミメハギの色変り

全長 4～6cm のアミメハギ 5, 6 尾をオコゼ，ハコフグ，キヌバリ等と混養したが，網目様の斑紋を時にカワハギ同様かなり急速に変化することが認められた。普通アミメハギの網目状斑紋は余り目立たず，その体色は多少緑色味を帯びた淡黄褐色であるが，おどしたり，他の大きな魚のいる水槽に移したりすると急速に melanophore が拡張し体は褐色を帯び網目が著しくはつきりしてくることが観察された。甚しい場合は体全体が黒色に見える位になる。その変化はかなり速やかで，また褪色も著しく速い。たとえば黒色にみえる位になつたのを棒で烈しくおどかすと 2～3 秒で網目は消失しほとんど無地淡黄褐色に変る。またアミメハギでも優位魚と劣位魚がみられた。生態学的な観察はまだ極めて不充分で，ここでは単にアミメハギも条件により急速に体の斑紋を変える場合のあることだけを報告するに止めて置きたい。

終りにカワハギを譲与された東大農学部大島泰雄数授，石渡直典氏，種々御教示を賜つた日比谷京助教授ならびに江草周三助教授，および観察の便宜を計つていただいた上野動物園久田迪夫氏に厚く感謝の意を述べる。

### 文　　献

1) G. H. PARKER: Animal Colour Changes and their Neurohumors (1948).
2) J. M. ODIORNE: The Physiology of Fishes (ed. M. E. Brown) Vol. II, p. 387 (1957).
3) 橋本・岡市: 科学, **28**, 36 (1958).

# Über drei Arten von der parasitischen Copepodengattung, *Cardiodectes* aus Japan

Sueo M. Shiino

(*Fakultät der Fischerei, Präfekturuniverstät von Mie*)

*Cardiodectes* Wilson ist eine an den Fischen schmarotzende Copepodengattung, die zur Familie Lernaeidae gehört. Die Arten von dieser Gattung sind in ihrer Körperstruktur deshalb stark umgeformt, weil sie sich teilweise ins Wirtsgewebe, besonders gern in die Nähe des Herzens, eingraben.

Der zylinderartige Körper wird in drei Partien eingeteilt: Kopf, Hals und Rumpf. Der in der unmittelbaren Nähe des Herzens liegende Kopf stellt sich als einen kleinen vordersten Abschnitt des Körpers dar und ist mit den paarigen, gelappten, seitlichen Erweiterungen und dünnhäutigen, mehrfach verzweigten Frontalfortsätzen versehen. Der Hals, der sich das Wirtsfleisch durchbohrt, ist zwar ein sehr schlanker, mehr order weniger langgestreckter Teil, besitzt er jedoch eine ungemein dicke, feste Äusserehaut, denn ihm ist starke Widerstandsfähigkeit unentbehrlich, um den von der Oberfläche des herumschwimmenden Wirtes ins Wasser vorspringenden Rumpf ungefährlich aufrechtzuerhalten. Gewöhnlich ist er nach der Ventralseite gebeugt und ist am vordersten Teile mit einigem Paar Schwimmbeinrudimenten ausgerüstet. Der Rumpf ist auch langgestreckt wie der Hals, den er aber mannigfach in der Breite übertrifft, und seine Achse verläuft gerade. Dem Genitalsegmente anderer Caligiden entsprechend, trägt er auf der Ventralfläche kurz vor dem Kaudalende paarige, fadenförmige Eiersäckchen, worin flache Eier zusammengehäuft sind. Das Abdomen ist nichts anderes als ein kleiner Vorsprung des Rumpfes, der vom Kaudalende in der Höhe der dorsalen Ebene hervorragt.

Von der in Frage stehenden Gattung ist nur eine Art, *C. medusaeus* Wilson, bis jetzt aus dem Meere um Japan herum bekannt worden. Unter meiner Sammlung der parasitischen Copepoden gibt es drei Formen dieser Gattung, von denen die eine zur genannten Art angehört und die anderen die neuen Arten repräsentieren. Die vorliegende Artikel gibt den obengenannten drei Formen eine kurze Beschreibung. Eine ausführlichere Mitteilung wird in einer im Druck befindlichen Arbeit überlassen werden.

Ich danke dem Herrn Prof. Dr. K. Takewaki (Universität zu Tokyo) für die freundliche Übersendung eines wertvollen Exemplars, ebenso auch dem Herrn K. Suzuki (unsere Universität) für seine Bemühung im Sammeln anderes Teiles der Materialien.

*Received July 4, 1958.*

Genus *Cardiodectes* WILSON, 1917

*Cardiodectes medusaeus* (WILSON), 1908

(Abb. 1 u. 2)

*Lernaeenicus medusaeus*, WILSON 1908, 458, Taf. 76, Abb. 99–100; BRIAN 1912, 27, Taf. 10, Abb. 1–5.

*Cardiodectes medusaeus*, WILSON 1917, 52, Taf. 3, Abb. 15–23; KIRTISINGHE 1950, 48, Abb. 36–39.

*Fundangaben*: 1 Exemplar auf *Diaphus glandulifer* GILBERT, am 14. August 1952 bei Owase von K. SUZUKI und 2 auf einem Individuum desselben Fisches, am 14. Februar 1957 bei Misaki von K. TAKEWAKI gefunden.

Das grösste Exemplar beträgt 11.5 mm in Länge; die aus dem Wirte herausbrechende Gegend 9.65 mm lang, Kopf mit Frontalfortsätzen und Seitenläppchen 2.41 mm × 2.55 mm, Hals 3.2 mm × 0.6 mm, Rumpf 7.5 mm × 1.7 mm und Eiersäckchen 23.0 mm lang. Rumpf gelblich im Alkohol, Kopf von lichter und Hals von tiefer Farbe; Eiersäckchen braun.

Kopf ist in Form ellipsoidisch und auf jeder Seite mit zwei, vorn und hinten geord-

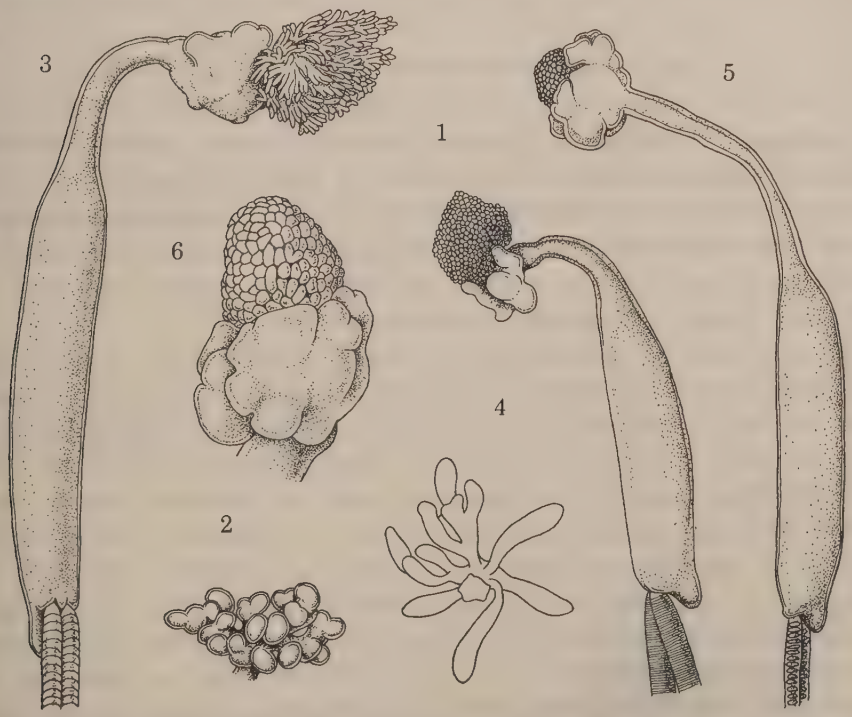



**Abb. 1.** *Cardiodectes medusaeus* (WILSON), Seitenansicht. ×5.9. **Abb. 2.** Diselbe Art, teilweise Darstellung des Frontalfortsatzes. ×27. **Abb. 3.** *Cardiodectes cristatus* sp. nov., Seitenansicht. ×5.7. **Abb. 4.** Dieselbe Art, ein Frontalfortsatz. ×19. **Abb. 5.** *Cardiodectes longicervicus* sp. nov., Seitenansicht. ×5.6. **Abb. 6.** Der Kopf derselben Art, Seitenansicht. ×14.

neten Seitenläppchen ausgestattet. Das vordere Läppchen ist eine runde Geschwulst und befindet sich dorsaler als das hintere. Dieses ist viel grössere, flügelartige Erweiterung, die in einige Geschwülste eingeteilt ist, und sich über das Hinterende des Kopfes nach hinten erstreckt. Frontalfortsätze springen vom Kopfe mit einem Paar zwar kurzer, aber doch breiter Stiele hervor, die auf beiden Seiten der Mediallinie stehen. Jeder Stiel breitet eine Menge Äste aus, die ihrerseits wiederholt kurze, kleinere Zweige treiben. Die abgerundeten Spitzen der terminalen Zweige sammeln sich so dicht auf der Oberfläche einer Halbkugel an, dass die ganze Masse der Fortsätze anscheinend aussieht, als ob sie ein mit Tuberkeln bekleidetes Fleischstück wäre. Hals ist verhältnissmässig kurz, begenförmig gebeugt und trifft den Kopf rechtwincklig, an dessen Dorsalfläche er befestigt ist. Nach hinten allmählich erweitert, schliesst sich der Hals ohne deutliche Grenze am Rumpfe an. Der Rumpf ist etwa zwei Drittel so lang wie der ganze Körper und erreicht hinsichtlich der Breite kaum ein Viertel seiner eigenen Länge. Abdomen ist sehr kurz, halb so breit wie der Rumpf und, von Dorsalgesicht gesehen, trapezförmig. Zwei Paar Schwimmbeine sind am vordersten Ende des Halses vorhanden.

### *Cardiodectes cristatus* sp. nov.

(Abb. 3 u. 4)

*Fundangabe*: 1 Weibchen auf *Diaphus glandulifer* Gilbert (derselble Wirt wie in *C. medusaeus*), am 22. März 1956 bei Owase von K. Suzuki gefunden.

Länge vom Vorderende bis Halsbiegung 7.6 mm, von der letzteren bis Kaudalende 15.4 mm, Kopf ohne Frontalfortsätze 2.6 mm × 4.1 mm, Rumpf 12.1 mm × 1.8 mm und Eiersäckchen 37.8 mm lang. Im Alkohol Kopf und Rumpf orange, Hals weiss und Eiersäckchen von der Zitronenfarbe.

Der im wesentlichen viereckige Kopf ist an der Ventralfläche mit einem seichten, longitudinalen Graben und auf beiden Seiten mit unregelmässig gelappten, platten Erweiterungen versehen. Frontalfortsätze sind prominent und bestehen aus zahlreichen langen Stielen, die mehrfach kleinere Zweige treiben. Die einzelnen terminalen Zweige, die in abgerundete Enden auslaufen, sind bei weitem länger als in *medusaeus* und die ganzen Fortsätze weisen ein büschelförmiges Aussehen auf. Am vordersten Ende ist der Hals nicht mit der Dorsalebene des Kopfes wie in dieser Art verbunden, sondern mit dem Hinterende. Er ist kurz und beugt sich rechtwincklig. Rumpf ist sehr lang gestreckt, siebenfach so lang wie breit und bananenförmig sehr leicht gekrümmt. Am Vorderende steht der Rumpf durch allmähliche Verengerung mit dem Halse in Verbindung, von dem er doch in gewissem Grade deutlich abgegrenzt ist. Abdomen, doppelt so lang wie breit, ist proportinal länger als in *medusaeus*, viereckig mit den parallelen Seiten und abgeplattet. Nur ein Paar Schwimmbeine sind am vordersten Ende des Halses übrig.

*Cardiodectes longicervicus* sp. nov.
(Abb. 5 u. 6)

*Fundangabe*: 1 Weibchen auf *Dasiscopelus asper* (Richardson) bei Owase von K. Suzuki gefunden.

Länge vom Kopfende bis Halsbiegung 6.7 mm, von der letzteren bis Kaudalende 11.2 mm, Kopf 2.4 mm × 3.0 mm, Rumpf 9.6 mm × 1.7 mm und Eiersäckchen 27.3 mm lang. Rumpf orange in der Farbe im Alkohol, Kopf gelblich, Frontalfortsätze und Eiersäckchen weiss. Der sehr schlanke Körper ist am vorderen um ein Drittel des Halses in einem stumpfen Winkel gebeugt.

Kopf ist mehr lang als breit, dorsoventral dick und mit der konvexen Dorsal- und konkaven Ventralfläche; die Zentralgegend ist etwa oval. Seitenläppchen sind auf der Oberfläche in etliche Erhöhungen eingeteilt. Frontalfortsätze stellen sich nicht einen langgestreckten, verzweigten Fadenbüschel wie in *crisatus* dar, sondern bestehen aus kurzen, von den verdickten Stielen auseinanderlaufenden Zweigen, die jedoch eine kompakte Masse zusammenbilden. Diese Masse ist an der Oberfläche in die zahllosen kleinen polygonalen Bezirke abgeteilt, die den stumpfen Enden der terminalen Zweige entsprechen, so dass sie mit einer Beere einige Ähnlichkeit hat. Der Hals, vom Hinterende des Kopfes fortgesetzt, ist sehr schlank und gleicht dem Rumpfe in der Länge. Er ist nicht nur ventral gebeugt, sondern auch für einen Winkel um seine Achse gedrehnt, damit die Ventralebene des Kopfes mit der Rechtsseite des Rumpfes in Übereinstimmung gebracht wird. Der Rumpf ist zylindrisch, etwa sechsmal so lang wie breit und im vorderen Teile etwas verengt. Abdomen ist schmäler als der Rumpf und trägt nach hinten konvergierende Seiten. Es fehlt am Schwimmbeinpaar.

## Literaturverzeichnis

Brian, A.: Res. Camp. Sci., Monaco, Fasc. **38**, 1–5, 12 Taf. (1921).
Kirtisinghe, P.: Parasitol., **40**, 77–86 (1950).
Wilson, C. B.: Proc. U. S. Nat. Mus., **35**, 431–481, Taf. 66–83 (1908).
———: Ibid., **53**, 1–150, Taf. 1–21 (1917).

# アサクサノリの培養—I.
## 培養条件に関する予備実験

岩崎英雄・松平近義
(東北大学農学部水産学教室)

# Culture of a Laver, *Porphyra tenera* Kjellm—I.
## Preliminary Research on Cultural Conditions

Hideo Iwasaki and Chikayoshi Matsudaira

The present work was attempted to find what physical and chemical factors are necessary for the early development of the young buds of *Porphyra tenera* in culture. The results obtained are summarized as follows:

1. The young buds grew more rapidly under the sunlight than the artificial light. The sunlight below 25,000 lux through a window glass was most favourable for the growth of young buds.

2. The young buds grew rapidly and healthily in daily light period. It seems that *Porphyra* needs an alternate light and dark-condition for the growth. The illumination of 8~9 hours per day is favourable for the growth in culture.

3. From the experiments of nitrogen and phosphorus requirements, it was found that good culture of the young buds can be obtained when potassium phosphate (monobasic) and potassium nitrate are added to the filtered inshore sea water.

4. The supply of iron as Fe-EDTA to the medium enriched with inorganic nitrogen and phosphorus promoted the growth of young buds. In iron deficient medium, the young buds grew dull in colour.

糸状体の発見によつてアサクサノリの越夏形態と秋芽の由来が解明され，以来，各地で各種の人工採苗が試みられている。然しそれを実用化し完全に管理するには，尚，究明すべき多くの問題が残されている。糸状体についても未だ不明の点が多く，胞子附着後の初期の生育段階に於ける生理生態についても更に研究を進める必要がある様に思われる。此の観点から，著者はアサクサノリの培養実験を試みて来たが，その培養が可能となり培養条件について若干の知見を得たので報告する。ノリ葉体の光合成と海水温度及び塩分濃度との関係については，既に報告[1]したので本紙では光の条件と栄養要求物質とについて述べる。

### 材　　料

9月下旬，松川浦のタネ場にサラン糸を張り，12~14日後に引上げて胞子が着生しているのを確かめ，約10個体附着する様な長さに切り，之等の胞子と幼芽をサラン糸と共に培養した。海水は夏に女川湾で採水したものを加熱，沪過して用いた。

### 実験結果及び考察

#### 1. 光条件について

1. ノリの幼芽を Table 1 に示す様な光条件の下で，夫々ミクロル海水と沪過海水(150 cc，無交換，静置

1958 年 7 月 11 日受理

で培養した。観察結果を Table 1 に示す。

**Table 1.** Growth of the young buds of *Porphyra tenera* under different light condition.

| Condition | | | Days 5 | 9 | 12 | 44 | | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sunlight | A* | m. s. w.† | ++− | +++ | ++++ | +++++ | (11.2)*** | normal, healthy and wide |
| | | f. s. w.†† | + | + | ++ | ++− | (1.0) | unhealthy |
| | B** | m. s. w. | + | ++ | ++− | +++ | (3.8) | normal, healthy and wide |
| | | f. s. w. | + | ++ | ++− | +++ | (2.2) | normal, faint colour |
| Electric light | Long-day 24 h | m. s. w. | +++ | ++++ | | | (0.8) | unhealthy |
| | | f. s. w. | + | + | disappear | | | |
| | Short-day 8∼10 h | m. s. w. | +++ | +++− | ++++ | +++++ | (6.5) | normal, healthy |
| | | f. s. w. | ++ | +++ | +++− | ++++− | (3.5) | normal, faint colour |
| Fluorescent light | Long-day 24 h | m. s. w. | disappear | | | | | |
| | | f. s. w. | 〃 | | | | | |
| | Short-day 8∼10 h | m. s. w. | ++ | ++ | disappear | | | |
| | | f. s. w. | ++ | ++ | 〃 | | | |

(exp. from X-8, 1956)
* A: in full sunlight through a window glass, avoiding the direct rays.
** B: under a shade of one sheet of white cotton-cloth.
*** ( ) show average body length in mm.
† m. s. w. show miquel's sea water
†† f. s. w. show filtered inshore sea water.

ノリ幼芽の生育には天然光が最も良く，特に直射を避けた無処理のものが良かつた。電灯光では，1日8∼10時間照明したものが生長速く健全であつた。螢光では，何れも9∼12日後に附着細胞附近から色素体が消失し，葉体が崩れ始めた。無処理の天然光の下で生長が速いのは，光質に基づくとも考えられるが，富士川[2]の報告に照合して見て，寧ろ光の強さに起因するものと考えられる。以上の結果から，ノリの生育には一定週期の暗条件を必要とする事は明らかで，更に生長は光週期によつて影響される事が暗示された。発芽初期の下出の影響については確認出来なかつたが，附着珪藻の増殖抑制には大いに役立つた。

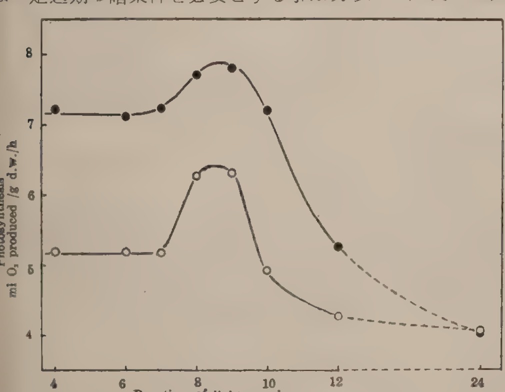



**Fig. 1.** Influence of photoperiodism on the photosynthetic activity of *Porphyra*.
Photosynthetic activity was measured at 16°C. Dots, *Porphyra* collected from Matsushima Bay in February; circles, from Onagawa Bay in January.

2. 受光時間の影響　此の実験では女川湾（1月）と松島湾（2月）で採取したノリ葉体が使用された。

即ち，個体差を除く為に葉体から任意に5mm平方に切取つて混合し，その中から20片宛取出してミツケル海水に移し，夫々1日当りの照明時間を変えて3日間培養し(8∼13°C)，ワールブルグ検圧計でそれ等の光合成活力を測定した。測定は，35∼40cmの距離から2ケの150W電球で照明し，16°Cの温度で行われた。Fig. 1から明らかな様に，毎日8∼9時間照明されたノリは高い光合成活力を示した。従つてノリの生長面から考えると，培養には1日9時間の照明が最適であると考えられる。

3. 光の強さについて　ノリ葉体の光合成

と光の強さとの関係については敦賀・新田[3]及び木下・寺本[4]の報告があり，飽和光は夫々，1万，2万 Lux と報せられている。又，著者の実験[1]では今迄に直射光 1.43 cal cm² min で最高の光合成値を得ている。勿論天然光と電灯光では光質も異なるので比較は出来ないが，ノリの光合成には光度が天然光以下ならば，強い方が良いといえるかも知れない。然し此の関係が其の儘ノリの培養に適合するとは速断出来ない。富士川[5]によれば，生育段階によつて至適光度は異なり，初期には光線の強い方が生長旺盛であるといわれている。従つて培養の至適光度については更に検討されねばならない。然し上述の直射を避けた自然光では最高約 2.5 万 Lux* である事実から，実験室内では温度と光週期を適度にすれば，培養には大略 2.5 万 Lux 迄は，明るい方が良いという事が出来よう。

**2. 栄養要求物質について**

本実験はノリ胞子の発芽生長に必要な栄養物質について明らかにする為に行われた。ノリの幼芽を，種々の栄養物質を加えた沪過海水**に移し，18°C の恒温水槽内で振盪培養した。培養液は 15cc で 15 日毎に更新された。照明は電灯光で約 40cm の距離から 150 W の電球2個で毎日8時間宛照明した。生長速度の表示には面積を測定しその最大のものを指標とした。

**Table 2.** Effect of various nutrients on the growth of yung buds of *Porphyra*.

| Nutrients added | Days 0 (×10⁻²mm²) | 12 (×10⁻²mm²) | 23 (×10⁻²mm²) | 40 (×10⁻²mm²) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | 0.013～0.027 | 1.5 | disappear | | |
| $NH_4NO_3$ (N 5 $mg/l$) | 〃 | 1.9 | 2.5 | disappear | |
| $KH_2PO_4$ (P 2 $mg/l$) | 〃 | 16.3 | 30.8 | 30.8 | faint colour |
| Fe-EDTA- (Fe 0.5 $mg/l$) | 〃 | | | 2.9 | abnormal, narrow |
| $Na_2S$ (1 $mg/l$) | 〃 | | 2.2 | 3.8 | faint colour |
| Vitamin $B_2$ (10$\mu g/l$) | 〃 | 6.0 | 3.2 | disappear | 〃 |

(exp. from X-7, 1957)
Figures show maximum size of 10 yung buds.

1. 種々の栄養物質を単独に海水に添加した場合のノリ幼芽の生長を Table 2 に示す。Table から初期の生育には燐が重要な役割を果す事が考えられる。24 日以降生長が停止したのは他の微量要素が欠乏した為と思われる。鉄を加えた場合，形は正常ではなかつたが 40 日間生長した。硫化ソーダ添加海水では，正常に生長した。此の硫化ソーダの生理的な意義については検討中である。此の培養実験では鉄を加えたものを除いて，ノリは褪色した。以上の結果から，所謂制限要素は単独でない事が考えられる。

2. 燐（P 2mg/$l$ $KH_2PO_4$）と鉄（Fe 0.5mg/$l$ Fe-EDTA）を添加した海水に，種々の窒素源を加えた場合の実験結果を Table 3 に示す。窒素源としては硝酸カリが最も良く，次で塩化アンモン，硝酸アンモンが良かつた。何れもミッケル海水に比べて遙かに良い生長を示した。ミッケル海水との組成上の主な相違は鉄の形が異なつている事である。此の事から，ノリの生長は培養液中の鉄の形によつて著しく支配される事がわかる。実験結果は，鉄源として Fe-EDTA を与える事は有効な一方法である事を示している。

有機物ではグリシン，バリンが比較的良い結果を示した。アミノ酸を加えたものでは概ね正常に生長したが葉体が狭くなる傾向が観察された。又珪藻の増殖も著しく，葉体が敵れて了い次第に消失した。（二，三のアミノ酸を加えたもので，狭小で面積の測定が困難なものは Table から除外してある。）アミノ酸を加えた海水では，数日後にアンモニヤが検出され，細菌の作用を受けた事は明らかで，其の儘利用されるとは考えられないが生成アンモニヤと共に一部は利用されるものと考えて良いであろう。此の培養では，ノリは鮮明

* セレン光電池を使用した自作の照度計（マツダの標準電球で Calibration）による。
** 窒素・燐濃は，$NO_3$-N trace, $NH_4$-N 60 $\gamma/l$, P trace である。

**Table 3.** Growth of the yung buds of *Porphyra* in filtered inshore sea water enriched with phosphate and iron (as Fe-EDTA⁻), with addition of various nitrogen source.

| Nitrogen source added | Days 0 ($\times 10^{-2}mm^2$) | 12 ($\times 10^{-2}mm^2$) | 23 ($\times 10^{-2}mm^2$) | 40 ($\times 10^{-2}mm^2$) | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| Filtered sea water | 0.013～0.027 | 1.5 | disappear | | |
| Miquel's sea water | 〃 | 2.0 | 3.1 | 16.5 | diatom increase |
| $KNO_3$ (N 1 $mg/l$) | 〃 | 14.9 | 91.3 | 228 | |
| $NH_4Cl$ ( 〃 ) | 〃 | 4.0 | 37.1 | 121 | 〃 |
| $NH_4NO_3$ ( 〃 ) | 〃 | 5.4 | 15.9 | 55.0 | |
| Urea ( 〃 ) | 〃 | 1.9 | 5.0 | disappear | |
| Glycine ( 〃 ) | 〃 | 2.6 | 11.4 | 18.3 | |
| *DL*-Valine ( 〃 ) | 〃 | | | 3.8 | 〃 |
| *L*-Leucine ( 〃 ) | 〃 | | 4.6 | disappear | normal |

(exp. from X-7, 1957)
Figures show maximum size of 10 yung buds.

な独得の色調を示した。これは培養液中の鉄の存在に基づく事は明らかで，他の高等植物の場合に於けると同様に，鉄はノリの色素体形成に関与する事を示している。

海水中の窒素・燐濃度とノリの生長との関係については別紙に述べる。

## 要　　約

アサクサノリの培養に必要な物理・化学的条件を明らかにする目的で実験が行われた。結果を要約すると

1. 光源としては天然光が最も優れており，直射でない天然光の下では強い（明るい）方が良い。
2. アサクサノリの生育には一定週期の暗条件が必要である。人工灯では電灯光が良く，1日 8～9 時間の照明が適当である。
3. 適当な物理的条件の下では，海水に窒素 ($KNO_3$)，燐 ($KH_2PO_4$) 及び鉄 (Fe-EDTA) を添加する事によつてノリを培養する事が出来る。窒素源としては硝酸カリが最も良く，燐は初期の生育には特に重要である。
4. ノリの生育は与えられる鉄の形によつて異なり，Fe-EDTA として与える事によつて良い結果が得られた。尚，鉄が欠乏すると色が淡くなる。

## 文　　献

1) Iwasaki, H. and Matsudaira, C.: *Tohoku J. Agri. Res.*, **VII** (1), 65～83 (1956).
2) 富士川　潔: 朝鮮総督府水試報告，**7**，111 (1936).
3) 敦賀花人・新田忠雄: 内海区水研報告，**10**，37～41 (1957).
4) 木下祝郎・寺本賢一郎: 藻類，**6** (1)，11～16 (1958).
5) 富士川　潔: 朝鮮総督府水試報告，**8** (2)，75 (1937).

# 真珠の生因説に関する研究*

松 井 佳 一
(財団法人 日本真珠研究所)

## On the Formation Theories of Pearl.

Yoshiichi Matsui

The fantastic conception that pearl formation originates from the dew-drop had been generally accepted from the beginning of the Christian Era until about the 16th century. Androthenus (1550) published his opinion that the pearl is comparable to measly of pigs, and led the way in the scientific investigations of the pearl formation hypothesis. Writers have summarized these many hypotheses over and over again.

The pearl is a secreted substance formed in the body of certain mollusca, and there are various kinds of pearl which are formed by respectively different causes. Hence, most of the explanations of pearl formation hitherto published do not discuss all but only each particular pearl investigated by the respective author.

We define the pearl as a chemical substance formed in the body of bivalvia, the principal ingredient of which is calcium carbonate containing chonchioline, an albuminoid. We may induce pearl formation by a specific stimulation which in turn causes abnormal multiplication of certain cells which participate in the deposition of pearly substance.

真珠は人類文化史上原始時代から愛好せられる習俗があつたことは人類学及び考古学的に証明せられる。従つてその生因は人智の発達と共に古代から思索せられて多くの説が行われた。文献に表われた生因説の最も古いものは Gaius Plinius Secundus (西暦 23～79 年, 英語名 Pliny) が蒐録した露によるもので, これは 16 世紀まで信じられ, これに類似の幻想的の生因説も行われそれ等を否定する説も述べられたが, これ等については本論では省略する。

科学的に論ぜられたものに約 80 篇の論文がある。

次表はそれ等を表示したものである。

| 年 代 | 研 究 者 | 研 究 材 料 | 論 旨 |
|---|---|---|---|
| 1550 | Androthenus | | 豚の嚢虫症と同様。 |
| 1554 | Rondeletius | | 哺乳類に寄生する結石と同様。 |
| 1558 | 〃 | | 寄生虫により生ずる。 |
| 1608 | Teixeira | 海産真珠介 | 真珠はその母貝の介殻と同一物質から成る病的生成物である。 |
| 1609 | Boot | 〃 | 母貝の体液の締滞による。 |
| 1674 | Sandius | 〃 | 母貝の卵による。 |
| 1688 | Redding | 淡 水 貝 | 母体内に侵入した砂粒による。 |
| 1717 | Reaumur | Pinna | 真珠の断面を顕微鏡により観察して, 母体内に侵入した異物の刺戟による異常分泌物とした。 |
| 1748 | Linneus | 淡 水 貝 | 核を挿入することによつて人為的に形成せられる。 |

1958 年 7 月 28 日受理
* 日本真珠研究所報告, 第 61 号.

| 年　代 | 研　究　者 | 研　究　材　料 | 論　　旨 |
|---|---|---|---|
| 1761 | Bohadsch | | 結石と同様 |
| 1774 | Goldsmith | | 卵による生因説を否定 |
| 1791 | Chamnitz | | 介殻に穿孔することにより真珠瘤が形成する。 |
| 1826 | Home | 淡　水　貝 | 受胎しなかつた卵細胞による。包嚢を図示している。 |
| 1830 | von Bear | カラスガイ | 吸虫類 (Distomum daplicatum) の寄生による。 |
| 1852～'59 | Filippi | Anodonta cygnea | 吸虫類 (Distomum daplicatum) の寄生による。Atax ypsilophorus (ミズダニ) による植物の虫癭と同様。 |
| 1856 | Küchenmeister | Margaritana margaritifera | Atax ypsilophorus 及び其の他の寄生による内因による。 |
| 1856 | Meckel | | 結石による。 |
| 1856 | Möbius | Maleagrina margaritifera | 砂粒説を否定 Trematoda 幼虫の寄生による。外套膜には3種の介殻成分を分泌する機能があるが部分的に機能の相異がある。 |
| 1858～'59 | von Hesling | 海産・淡水産真珠介類 | 真珠の生因には外因と内因とがあつて何れも包嚢の内に形成せられる。 |
| 1858 | Pagenstecher | 淡水貝類 | 母貝内部の病的原因による。 |
| 1859 | Kelaart | Margaritifera vulgaris | Filaria, Cercaria 等の寄生による，硅藻等が核となることがある。 |
| 1873 | Garnea | Alasmodon 及び Mytilus | Distoma の寄生による。 |
| 1874 | Putnam | Panama 産真珠貝 | 小魚 Fierasfer dubius による。 |
| 1886 | Wood Ward | Maleagrina margaritifera | 小蟹 Pinnotheres orientalis による。 |
| 1886 | Stearns | Maleagrina fimbriata Dunker | 小魚 Fierasfer sp., Oligocatus sp. 等の寄生，アワビには甲殻類によるものがある。 |
| 1889 | Harley | 英国，オーストラリヤ，セイロンの真珠 | 病的の凝結物で核はあるものとないものとがあり，後者は鉱物質微分子の集因により形成せられる。 |
| 1894 | Thurston | Margaritifera vulgaris | 扁形動物の幼虫の存在は認めるが真珠の生因とはならない。 |
| 1898 | Comba | | 寄生虫による生因を認める。 |
| 1899 | Dignet | | von Hesling が認めた包嚢を真珠袋 (Sac de la perle) と命名した。 |
| 1900～'06 | Seurar | Margarita margaritifera | 繦虫 Tylocephalum margaritifera の幼虫の寄生のための刺戟による。 |
| 1901 | Dubois | フランス海岸の食用貝 | Distomum margaritarum の寄生による。 |
| 1902 | Jameson | Margaritifera margaritifera 其他真珠貝類及び Mytilus | 特殊の病的状態にある上皮細胞に由来する真珠袋による。又吸虫 Leucithodendrium somateriae の幼虫の寄生によるが，石灰凝結物が核となるものもある。 |
| 1903 | Giard | Donax 其他二枚貝類 | Distomum constrictum の幼虫及び胞子虫類の寄生による。 |
| 1903 | Dubois | フランス海産食用貝 Anodonta cygnae | 寄生吸虫類の幼虫によるが淡水貝には寄生虫が存在しない。 |
| 1903 | Boutan | Mytilus edulis | 寄生虫の死骸による。 |
| 1903～'06 | Herdman and Hornell | Margaritifera vulgaris Mytilus edulis | Mytilus edulis には吸虫類の幼虫の寄生が原因となることは認めるが，Ceylon の真珠介は繦虫類 Tetrahynchids による。真珠は生因とその生成場所により性質の異るものがある。 |
| 1903 | Strassen | | 無核真珠の形成は表皮細胞の順応と量的相関による |
| 1904 | Dübois | 各種の貝類 | 真珠を形成する分泌作用は介殻の分泌作用とは異る |
| 1905 | Crosseland | | 繦虫類幼虫の寄生による。 |

| 年代 | 研究者 | 研究材料 | 論旨 |
|---|---|---|---|
| 1905～'06 | Hornell | Placana placenta | 扁虫類の幼虫の寄生によりその幼虫の死骸が原因となる。 |
| 1907 | Kuntz and Stevenson | | 真珠の核に白色粒土の塊，小魚，海藻がある。 |
| 1907 | 見瀬辰平 | アコヤガイ | 外套膜の外皮細胞を核と共に注射することによつて真珠が形成せられる。 |
| 1907 | 西川藤吉 | 〃 | 外套膜の外面上皮細胞により真珠袋を形成する。 |
| 1910 | Carl | カワシンジュガイ | 真珠袋表皮は一種の細胞層から成り真珠を形成する三つの異る介殻層を分泌する。 |
| 1911 | Rubbel | カワシンジュガイ | 真珠を外套膜真珠，介殻真珠，筋肉真珠，介付真珠に区別する。寄生虫は生因とならない。真珠袋の形成順序を発表す。von Hesling の説を認めるが中胚葉起原を否定した。 |
| 1911 | South Well | | 筋肉真珠は血液から沈着する石灰凝固物が核となる |
| 1912 | Jameson | Mytilus edulis Margaritifera vulgaris | 真珠は介殻から独立して形成せらるるものであると定義した。<br>線虫による生因を否定し，筋肉真珠の核の石灰凝結物が血液から由来することを否定し，腺真珠の起原を異物の浸入と分泌作用の異状生成物とする。 |
| 1913 | Alverdes | Margaritana margaritifera 其他 Ostrea edulis | 真珠に有核無核の二種があり，真珠袋は外胚葉起原であるが，その形成順序は不明である。Rubbel の折返し説を否定し，真珠袋を外部からの異物浸入により形成する。実験的に外胚葉組織を挿入して真珠形成に成功した。 |
| 1914 (1916) | 御木本幸吉 | アコヤガイ | 外套膜上皮組織にて核を包み挿入する。 |
| 1920 | 見瀬辰平 | アコヤガイ | 毛細孔により外套膜上皮細胞を分裂誘導して真珠袋を形成せしむる。 |
| 1921 | Wingrave | アコヤガイの日本養殖真珠 | 真珠は皮膚に起る腫瘍と同様であると推論する。 |
| 1922 | 大月菊男 | アコヤガイ | 線状物体の刺戟により真珠袋を形成する。 |
| 1923～'25 | Boutan | 海産貝類 | 真珠袋は寄生虫の外，気泡，液泡によりても形成せられる。 |
| 1925 | Grobben | | 真珠の成層変化原因は真珠袋中の真珠の増大による圧力の変化のために起る上皮細胞の分泌機能が部分的に異るによる。 |
| 1925～'27 | Zawarzin | ドブガイの一種 | 損傷による外套膜細胞組織の増殖を実験した。 |
| 1931 | 田中友三 | アコヤガイ | 外套膜上皮細胞の増殖による真珠袋形成を否定し，円形状上層細胞が脱離除去し腺が退化し，円柱状異常上層細胞層は退設性で他物と共に具体内に陥没して一種の袋を形成する。 |
| 1931 | 川村多実二 | | 田中の説を研究方法の不充分によるものとして反対す。 |
| 1944 | 磯和楠吉 | アコヤガイ | 輝層部組織を損傷することにより真珠が形成せられる。 |
| 1946 | 松井佳一 | アコヤガイ | 真珠袋は介体に生ずる傷痍ホルモン様物質の刺戟による上皮細胞の異状増殖により形成せられる。 |
| 1952 | 松井佳一<br>広田猛夫 | アコヤガイ真珠 | 変形養殖真珠の形成は異る結晶層による。 |
| 1952 | 小島吉雄 | アコヤガイ | 外套膜上皮組織には四種の分泌細胞があるが，真珠袋は一層の扁平細胞で多量のカルシウムが存在する真珠袋の細胞が部分的に高い細胞になつているものはカルシウムが不均一である。 |
| 1952 | 川上逸枝 | アコヤガイ | アコヤガイの外套膜組織を母介の生殖巣部に移殖した場合上皮組織は増殖するが他の組織は萎縮する。磨りつぶした外套組織を具体生殖巣部を移殖した場合も真珠袋を形成する。 |

| 年代 | 研究者 | 研究材料 | 論旨 |
|---|---|---|---|
| 1953 | 川上逸枝 | アコヤガイ | 真珠袋形成速度は水温に逆比例する上皮組織片は水温 28°C では切り取つた直後も 8 時間後のものも真珠袋形成に差を認めない。 |
| 1953 | 松井佳一<br>小島吉雄<br>渡辺聡子 | イケチョウガイ | 外套膜上皮組織を外套膜内に挿入後 4 時間で表皮細胞は増殖をはじめ 5 日で真珠袋が形成せられ 30 日後には一層の真珠層とプリズム層が分泌せられていた。 |
| 1954 | 川上逸枝 | イケチョウガイ<br>ドブガイ | 外套膜上皮組織を生殖巣に移殖したものは 14 日迄は真珠袋が完成せられなかつた。<br>同上の実験に於て 14 日目に真珠袋が完成せられ分泌がはじまつていた。<br>両種の外套膜片を相反的に異種移殖した場合 14 日目に何れも円筒状の上皮細胞の真珠袋が形成せられていた。中胚葉組織は手術後 40 日間でも完全に退化しないケシ真珠の形成も見た。 |
| 1956 | 中原皓<br>町井昭 | アコヤガイ | 真珠層真珠の真珠袋は一層の扁平細胞から成り，稜柱層真珠は胞状の細胞が混した真珠袋，有機質真珠の真珠袋は円柱状の細胞から成る。真珠袋の細胞は変化し易く不安定である。 |
| 1956 | 青木駿 | アコヤガイ | 水温 22°C では 15～19 日間で真珠袋が完成し，25 日後に真珠物質の沈着があつたが，水温 20°C では 25～30 日で真珠袋が完成し 43 日後に真珠物質の沈着を見た。 |
| 1956 | 高山活夫<br>中原皓 | アコヤガイ | 外套膜小片をスポンジで磨擦して粘液を取つたものと，そうしないものと何れも真珠袋は形成せられるが，強く磨擦して上皮細胞の剝離のあるものは異常真珠袋の形成する可能性がある。 |

生因説の変遷は科学の進歩と並行している。真珠の形成を豚の嚢虫症 (Measly) と同様であるとした Androthenus (1550) の観察は従来信じられた幻想的な露による説に対して科学的の創見で，間もなく Rondeletius (1554) は哺乳類に起る結石と同様とし，又寄生虫によるものがあるとしたことは後世の寄生虫生因説に対し大きな示唆を与え，後に核の研究により新しい寄生虫説が発展した。Teixeira (1608) は真珠は介殻の構成物質と同一であるとして真珠の本質にふれてこれを病的生成物であるとした。この事実は東洋に於ては已に唐の元豊五年 (1082) から支那大陸で淡水貝に核となる物質を挿入して真珠瘤を形成させることが行われ，13 世紀には産業的に発達した。又 Linneus (1748) はこの方法の改良と考えられることによつて核を挿入して真珠を生成することに成功した。Redding (1688) は真珠は介体内に侵入した砂粒が原因するとしたが，この説は Mobius (1856) が否定するまで約 200 年間信じられた。そして Herdman (1906) は数百個の真珠に僅か 3 例にその実例を指摘した。核の研究は複式顕微鏡の発明により大いに発展した。

次に真珠とこれを生ずる母貝との関係について，Reaumur (1717) は Pinna の真珠は母体内に侵入した異物の刺戟による異常分泌物であるとしたことは真珠生因の核心に触れた画期的のものであつて，この考えはその後の新しい発展を来した。真珠の周囲に上皮組織による袋のあることが von Hessling (1858) によつて発見せられ，Dignet (1899) が真珠袋と命名したことも画期的の研究であるが，この事実は Home (1826) が最初に認めているが，Sandius (1674) の卵生因説を認めることによりその重要性を見のがしたらしい。

Jameson (1902) は真珠袋を外套膜の上皮細胞に由来するものとしたことは生因説に対しての一進歩である。Jameson (1902, 1912)，Herdman (1906) は従来発表せられた多くの真珠生因説を総述して，生因を異にする真珠のあることを記述しているのが何れもその生因の主体を寄生虫に求め前者は吸虫類の幼虫とし，後者はこれを線虫類の幼虫であると互に論争したことは鹿を追う猟師山を見ずの諺が適合する感がある。Rubbel (1911) も真珠の異種類を観察して真珠袋形成順序を研究した。そして寄生虫生因説を否定した。

見瀬辰平 (1907)，西川藤吉 (1907) は貝の外套膜の上皮細胞の再生増殖によつて真珠袋が形成せらるることを実験して特許を得たが，Alberdes (1913) はこれを研究業績として発表した。このことは現在の我国養

殖真珠の基本技術である。

著者は従来の生因説の夫々につき検討し，或ものについては追試実験もしたところ上述の諸研究は何れもその研究の対照とした材料については生因を説明しているが，全般の真珠にあてはまらぬものがある。それは Jameson (1902, 1912) 等が論述しているように真珠には Parenchyma-pearl (Cyst pearl), Hinge-pearl, Muscle-pearl, Blister 等品質を異にして同一でなく，多くの同名異質があつて，夫々に生因を異にするものがあることに気付かずして各自説を主張している。依つて先ず真珠を狭義に解釈して軟体動物主として介類に生成せられる炭酸カルシウムを主成分とし，これに硬蛋白の一種である Conchioline を含む結晶体であると定義するときは，その生因は内因外因を問わずこの結晶体形成に関与する細胞組織の異常増殖を誘発する刺戟によつて上皮組織が増殖して真珠袋を形成する場合と然らざる場合とがあつて真珠が形成せられる。そして真珠形成は核の存在により助長せられる場合が多い。又細胞機能の転換による上皮組織化の真珠袋の形成もある。そして真珠は介殻物質と大略同様の分泌によるものであるが全く同一ではない。上皮組織に起る癌腫瘍的の発生もその誘因となるものである。従つて多くの学者の論争の的となつた砂粒も寄生虫もその種類の別を問わず真珠の生因となり得るものであることを認めるものである。そして我国の養殖真珠技術は真珠分泌機能のある組織の移殖による真珠形成の一方法であると結論するものである。

## 参 考 文 献

原著の記載は本文には省略し近刊の拙著に詳細な文献表をかかげた：それの探索には次の書が便利であることを附記するに留める。

1) KUNTZ, G. F. and C. H. STEVENSON: 1908. The Book of the Pearl. New York.
2) HAAS, F. 1929, 1932, 1956. Bivalvia: Schriftenzeichnis—Bronn's Klassen und Ordnungen des Tier-Reichs. III Bd. Mollusca, 3. Abteilung Bivalvia. Leipzig.

# 日向灘イワシ巾着網模型実験—VI.

飯高勇之助
(京都大学農学部水産学教室)

# Model Experiments on the Sardine Purse Seine Operating in Hyuganada—VI.

Yûnosuke Iitaka

It is a question whether Tauti's law on model experiment is tenable in such a small model as 1/250 or not. In order to check the validity of this law, a relatively large scale model experiment had to be made. An experiment was made with a 1/10 model in the sea to compare the results with the results obtained with the 1/250 model. The result is shown in Fig. 2, which shows a quite satisfactory agreement. Moreover, in the present experiment, the behaviour of the bottom margin of the net during pursing was observed using a newly deviced depth-meter and chemical tubes (Fig. 3).

先に行つた模型実験はいずれも縮小率の大きい 1/500 及び 1/250 の模型によるもので網全体の大略の様子を知る上には効果があつたが一般に縮小率の大きい模型では網糸の剛さ等が影響して網成りの部分的な微細構造にまで実物との間に力学的相似を成立たせることが難しいから網成りの小さな変形例えば網裾に生ずる皺等の状態などを観察するには困難であつた。然しながら，巾着網の環喰現象を明らかにするには裾網地のたるみ又は皺等が環締めの操作に従つてどのように変化して行くかを観察する必要がある。そのために縮小率を 1/10 とした大型模型による実験が計画され海上で実施された。大型模型による実験になると観察及び測定等の技術面で難しい点が生ずるが網成りの細部の観察が可能になる。

## 模　型　網

模型は実物網に日向灘地方で，普通に用いられている両手廻しサラン (polyvinyliden chloride) 巾着網を選び田内法則に従つてサラン糸で作製した。その寸法の比は $\lambda'/\lambda'' \equiv \Lambda = 1/10$, 網糸の直径又は脚の長さの比は $D'/D'' = L'/L'' \equiv M \fallingdotseq 1.15$, 綱の直径の比は $D_1'/D_1'' = \sqrt{\frac{\rho_1''-\rho_w''}{\rho_1'-\rho_w'}} \cdot \sqrt{E\Lambda} \fallingdotseq 0.339$ とした。又浮子には桐，沈子には鉛，環には鉄を用いそれらの総浮力または総沈降力の比が相対応する部分で $F'/F'' = \rho_w'/\rho_w'' \Lambda^2 E \fallingdotseq 1.15 \times 10^{-2}$ であるようにした (符号はすべて前報[1]に同じ)。模型網の主要部分の寸法及びその展開図を次に示す。

Dimensions of the main components of the model net

| | Length (in m.) | Diameter (in cm.) |
|---|---|---|
| Cork Line | 28.7 | 0.5 |
| Lead Line | 30.8 | 〃 |
| Breast Line | 2.0 | 〃 |

| | Length of Webbing (in m.) | Thread Count | Mesh Size (in cm.) | Depth (in meshes) |
|---|---|---|---|---|
| Bag | 0.9 | 15 | 0.97 | 900 |
| Base Wing | 〃 | 12 | 1.03 | 840 |
| Intermediate Part | 6.80 | 6 | 〃 | 800 |
| Tapered Wing | 5.80 | 〃 | 〃 | 630 |
| Tip Wing | 0.40 | 12 | 〃 | 350 |

1958 年 7 月 28 日受理

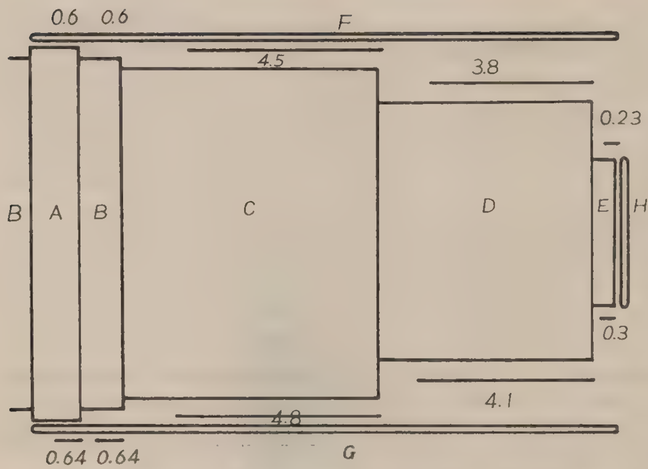



**Fig. 1.** Design of the model net. Nnmbers indicate the length (in fathom) of webbing "taken-up".
Key;— A, Bag; B, Base Wing; C, Intermediate Part; D, Tapered Wing; E, Tip Wing; F, Upper Selvage; G, Lower Selvage; H, Breast Selvage.

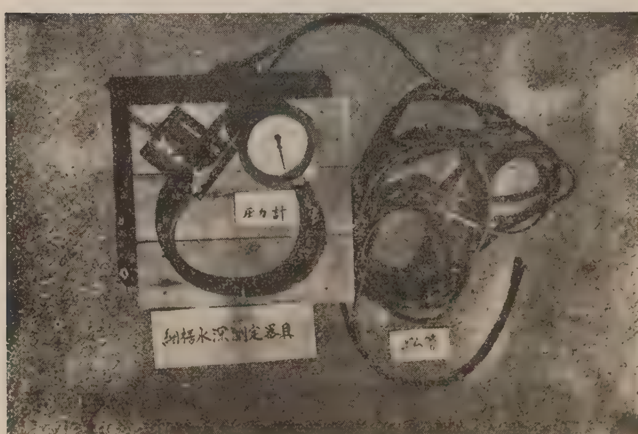



**Plate 1.** Depth-meter for the bottom margin of net.

## 実験方法

実験は京都府下の舞鶴湾内京大桟橋沖及び丹後海蒲入湾口（いずれも水深約 7m）の 2 箇所において 1956 年，1957 年の 2 夏期にわたつて行つた。模型の投網及び環締め操作を実際のそれと同じにするために，あらかじめ数隻の小船を用いて内径約 9m の環状の投網台が海上に作られ，模型はそこから順次一定の時間内に投網された。又別に用意された環締機で投網が終了すると同時に一定速度の環締め操作が行われた。この際，投網のために要した時間は 17～28 秒，環締めに要した時間は 56～84 秒とした。これは実物網に或る一つの変形を起すに要する時間とそれと相似の変形を本模型に起すに要する時間との比は $t''/t' = \Lambda/E \fallingdotseq 10.7$ で実物網の投網には 3～5 分，環締めには 10～15 分を要するからであつた。かくして投網その後環締めされた模型の網裾の状態が特別に作製された圧力計による網裾測深器及びケミカルチューブによつて調べられた。

本実験で用いた圧力計による網裾測深器は Plate 1 に示される。即ち，長さ約 10m のゴム管（内径約 6mm，外径約 9mm のものを使用）の一方の端に短いガラス管を他の一端に 1 kg/cm² の圧力計を取付けた簡単なものである。このガラス管の端を網裾に取付けて模型に投網及び環締めの操作を行うとゴム管が網地に絡まることなく常にほぼ垂直になつているように心がけておけばその網裾の水深は圧力計のゲージから時間的に知ることが出来る。ガラス管の到達した深度とそのとき圧力計の指示針が示す目盛との間の関係はあらかじめ実験的に求め，それは充分復元性があることを確かめた。本模型実験では投網から環締めが終了するまでの間の魚捕部の網裾の深度変化がこの方法で測定された。

又この実験で用いたケミカルチューブは内径 0.15 cm，長さ 10 cm の細長いガラス管の内面にクロム酸銀のゼラチン溶液を一様にぬり一方の口を粘土で閉じたものである。これからは測定箇所の最大到達深度しか調べられないが，このケミカルチューブを一回の実験で手端部の沈子綱（A·1），その浮子方の方に延して

4m (A·3), 手端部と中間部との縫合せ部の沈子綱 (B·1), その浮子方の方に延して 2m (B·2), 更に 2m (B·3), 中間部の沈子綱 (C·1), その浮子方の方に同じく 2m (C·2), 更に 2m (C·3), 魚捕部の沈子綱 (D·1), その浮子方の方に同じく 4m (D·3) の 10 箇所 (Fig. 4 参照), 真網及び逆網を合せて合計 18 箇所に数本づつ取付けて調べたから網裾の状態特に皺の具合が或る程度推察出来た。

## 結　果

投網から環締めにわたる操作中の魚捕部の網裾水深の変化は 3 秒間隔に圧力計によつて測定された。その結果は Fig. 2 に示される。ここで, $t$ は投網開始からの経過時間, $l$ は魚捕部の網裾到達水深, $T$ 及び $L$ は投網から環締め操作の終了までの全所要時間及び魚捕部の網地の延ばした網丈の計算値を示す。$P$ は環締開始時, 太線は先に 1/250 模型によつて行つた実験から得た結果である。Fig. 2 によれば 1/10 模型から得られた結果と 1/250 模型から得られた結果とはかなりよく一致している。$t/T$ の値が 0.45～0.65 の間で幾分の不一致が見られるが, これは実験が水深約 7m の所で行われその間では魚捕部の網地の一部が海底に達したためと思われる。従つて, 1/250 模型では縮小率が大きいから網糸の剛さ等が影響し, 得られる結果に多少心配があると考えていたがこれによつてその懸念が幾分除かれた。

ケミカルチューブを用いて調べた結果は Fig. 3 に示される。ここで横軸の目盛は延ばした網丈の計算値, 縦軸は実際に到達した深さである。これによれば, (A·3), (B·3), (C·3), (D·3)——Fig. 4 参照——はいずれも延ばした丈の計算値に近い深さまで到達しているが, (A·1), (B·1), (C·1), (D·1) はそれらの延ばした丈の計算値の半分の深さにも達していない。しかも (D·1) は (D·3) より逆に到達深度が小さい。これは環締め中, 裾網地にかなりの皺が出来ているのではないかということを想像させる。

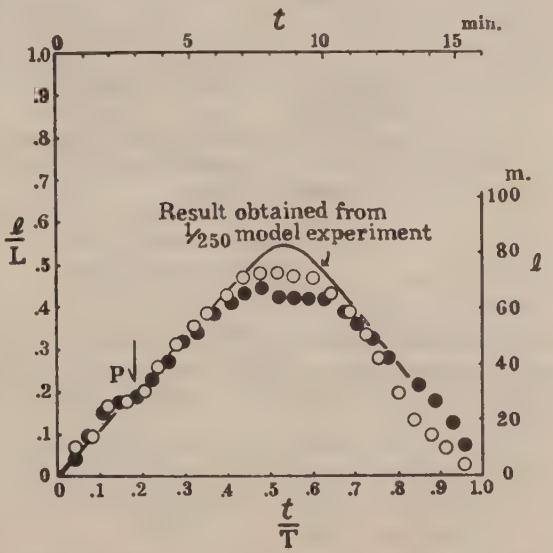



**Fig. 2,** Relation between the depth ($l$) of the lead line of fish bag and the time ($t$) required to attain that stage (in full scale). Comparison of the $l-t$ relation between 1/10 model (dot and circle marks) and 1/250 model (full-line).

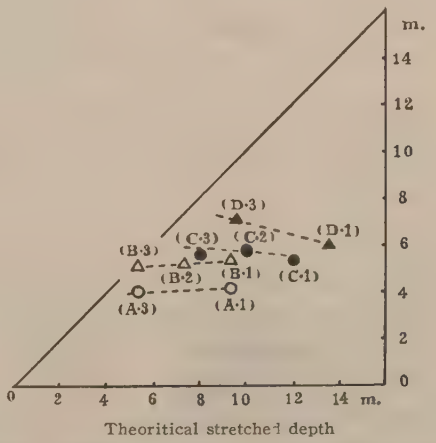



**Fig. 3.** Difference between the theoritical stretched depth and the actual reached one.

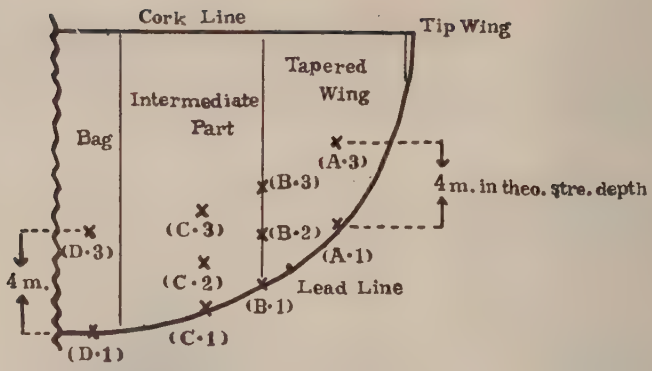



**Fig. 4.** Schematic diagram showing the attached positions of the chemical tubes.

最後に，本実験を行うに当り常に御指導を戴いた川上太左英教授，激励を戴いた恩師田内森三郎博士，南海区水研横田滝雄技官並びに本研究室の各位に感謝する。又本実験は旭化成工業株式会社，蒲入漁業協同組合及び日向灘，事平丸，森本徳次郎氏の御援助によつて出来たのであり合せて謝意を表する。

## 文　　献

1) 飯高勇之助：日向灘イワシ巾着網模型実験 I～V，日水誌，**20** (7), 1954, **21** (1), **21** (7), 1955, **22** (7), 1957, **23** (9), 1958.

# 流れ藻に関する研究・流れ藻に伴う稚仔魚—I.
## 昭和32年度の津屋崎附近における調査*

内田恵太郎・庄島洋一
(九州大学農学部水産学教室)

# Studies on the Larvae and Juveniles of Fishes accompanying Floating Algae—I. Research in the Vicinity of Tsuyazaki, during Mar., 1957— Mar., 1958.

Keitaro Uchida and Yoichi Shojima

To make clear the relation between the life of fishes and the floating algae near shore, the authors carried out this research at Tsuyazaki Fishery Research Laboratory of Kyushu University. Fig. 1 and 2 show the collecting method. The results thus obtained during the period from March, 1957 to March, 1958 are summarized as follows:

1) The floating algae near shore have close relation to the young stage of some fishes locally well known.

2) The fishes accompanying the floating algae are abundant during spring to autumn but scarce in winter. The dominant species in each season are: *Sebastes sp.*, *Enedrias nebulosus* and *Seriola quinqueradiata* in spring; Aluterid fishes in summer; *Dasson trossulus* in autumn; *Girella punctata* in winter.

## 緒　　論

岸近くの岩礁において茂つているホンダワラ類がその基盤を離れて海面近くに浮び，流れに従つて漂ういわゆる“流れ藻”には，それに付着，便乗し，又は伴つて游泳して多くの動物が生活している。流れ藻についての研究は，Parr[1] が北西大西洋の流れ藻相とその量的問題について報告しており，流れ藻に伴う魚類については，国内では内田[2~11]，中村[12~20]等の断片的な発表によりいくつかの水産上の重要種も含めて現在まで30種余り判つている。又，木村[21~22]はサンマの産卵と流れ藻との関係について報告しているが，流れ藻と稚仔魚との関係をくわしく解析したものは見当らない。

著者等は1957年3月から流れ藻の研究に着手し，第1年度の主目的を流れ藻の海藻学的研究において調査を続けたが，海藻と共に採集出来た稚魚類も不完全乍らほぼ1年間の資料を得ることが出来たのでここにその概略を報告する。

## 調 査 方 法

調査区域は九州大学農学部付属水産実験所のある福岡県宗像郡津屋崎と，その北西部にあたる相島及び北東部にある筑前大島を結ぶほぼ三角形の約35平方浬の海域で，調査船は実験所に所属し速力約8ノットで4.9トン（1958年2月からは9.07トン）の小船を使用，毎月2回の採集を計画した。

採集は海藻を主目的としたため，流れ藻の大小や海面の状態によつて随時ボートフック，たも網，掬い網等を使用した。掬い網はクレモナのもじ網（6×6本，140目）を用い，巾3m，長さ3.65mの四角の浅い袋状の網の前縁には竹を横に通して網を張り，後縁は舷側に固定し，左右両縁には針金の輪を付け，これに

1958年7月28日受理

* 九州大学農学部水産学教室業績，昭和33年4月，日本水産学会年会にて発表。

**Fig. 1.** Setting of the rectangular scoop-net.

**Fig. 2.** Hauling in the floating algae.

約 6m の竹を通してその前端を前縁の竹の両端に結び付け，舷側より垂直下方に投入し外方へ掬い上げた (Fig. 1, 2)。この方法では船が藻のすぐ側まで近寄らねばならず，又大きな流れ藻は 2～3 回に分けて取ら

**Table 1.** Ranges of total length (in mm) of fishes collected during

| Species \ Date | Mar. | Apr. | | May | | June | | July | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 29 | 18 | 26 | 6 | 20 | 8 | 21 | 8 | 22 |
| ゴンズイ *Plotosus anguillaris* | — | — | — | — | 160–165 | — | — | — | — |
| サンマ *Cololabis saira* | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ヨウジウオ *Syngnathus schlegeli* | — | — | — | — | — | — | — | 71–120 | 89–160 |
| ブリ *Seriola quinqueradiata* | — | — | — | — | 45–108 | — | 90 | — | — |
| メダイ *Ocycrius japonicus* | — | — | — | — | — | — | 55–75 | — | — |
| イシダイ *Oplegnathus fasciatus* | — | — | — | — | — | — | — | 17–24 | 35–64 |
| イシガキダイ *Oplegnathus punctatus* | — | — | — | — | 28 | — | 40–78 | — | 56–87 |
| ヒメジ *Upeneus bensasi* | — | — | — | — | — | — | — | — | 32 |
| メジナ *Girella punctata* | — | — | — | 23 | 20–24 | 21–26 | 20–37 | — | — |
| イスズミ *Kyphosus lembus* | — | — | — | — | — | — | — | — | 92–98 |
| テンジクイサギ *Kyphosus cinerascens* | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ニジギンポ *Dasson trossulus* | — | — | — | — | — | 99–120 | 107 | — | 26–43 |
| ギンポ *Enedrias nebulosus* | 45–60 | — | 58–78 | 59–80 | 73–100 | 130–133 | 99–119 | — | — |
| オヤビッチャ *Abudefduf vaigiensis* | — | — | — | — | — | — | — | — | 44–57 |
| アイゴ *Siganus fuscescens* | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| アミモンガラ *Canthidermis rotundatus* | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* | — | — | — | — | — | — | 21–48 | 15–56 | 13–40 |
| ヨソギ *Stephanolepis japonicus* | — | — | — | — | — | — | — | — | 12,18 |
| アミメハギ *Rudarius ercodes* | — | — | — | — | — | — | 17 | 8–16 | 8–19 |
| ウマヅラハギ *Navodon modestus* | — | — | — | — | — | — | 30–54 | — | — |
| ウスバハギ *Aluterus monoceros* | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ソウシハギ *Aluterus scriptus* | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 |
| メバル *Sebastes inermis* | 24 | 23 | 35 | 25–46 | 31–50 | 40–60 | — | — | — |
| メバル属 *Sebastes sp.* | 17–25 | — | — | 23–40 | 29–47 | — | — | — | — |
| カサゴ *Sebastiscus marmoratus* | — | 23 | — | — | — | — | — | — | — |
| クジメ *Agrammus agrammus* | 42 | 41 | — | 40,42 | 39 | — | — | — | — |
| ハナオコゼ *Pterophryne histrio* | — | — | — | — | — | — | 70 | 61 | 85,93 |

ねばならぬため，魚類の採集が不正確になるが，33 kg 位までの流れ藻に関してはほぼ完全に採集することが出来た。採集時間は持帰つた藻の調査を1日で完了するため，昼間の 3～4 時間に限定し，その間出来るだけ距離の隔たつた流れ藻を 5～6 回採集した。

## 考　　察

以上の方法で採集出来た魚類の卵及び幼稚魚を示したのが Table 1 で，その多くは既に流れ藻又はその他の浮漂物に付くと発表されているものである。これらの魚類はほとんどこの地で普通に獲れており，種類は例年これと大差ないと思われるが，アミモンガラは熱帯性の魚なので，暖流と共に南方から流れ藻そのほかに伴つて来たものと考えられる。メバル属の稚魚は斑紋及び鰭条数からウスメバル *Sebastes thompsoni* と思われるが，ウスメバルの生活史の不明な現在確実な同定は不能である。背部が青く体側が銀白色で，稚魚網採集の結果から大体において表層に広く分布していると考えられるヒメジは，習性から考えた場合のゴ

March, 1957 to March, 1958, accompanying the floating algae.

| Aug. | | Sep. | | Oct. | Nov. | | Dec. | | Jan. | Feb. | | Mar. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 23 | 2 | 18 | 23 | 13 | 27 | 10 | 26 | 12 | 9 | 24 | 12 | 24 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | eggs | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 32 | — |
| 24–42 | — | — | — | 39 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | 296 | — | 41–47 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | 19–25 | 23–26 | 21–27 | — | 23–27 | — | — |
| 135 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0–148 | — | — | — | 32,34 | — | 58 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 19–55 | 7–50 | 15–50 | 14–69 | 23–61 | 32–66 | — | 45 | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | 253 | — | — | 108–157 | — | — | — | — | 30–42 | 33–58 |
| 39 | — | — | — | 19–34 | 32 | 22,30 | — | — | — | — | — | — | — |
| 29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 109 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 19–20 | 7–46 | 16–39 | 21–29 | 108 | — | 22 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 8–28 | 9–41 | 19–23 | 13–27 | 19 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 11–25 | 7–25 | 9–45 | 9–17 | 10–17 | 10–23 | 15 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 293 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 23–25 | 15–37 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 19–21 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 40,42 | 38–46 | 40–45 |
| — | — | — | — | 160 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

ンズイ同様，特に流れ藻と関係があるか疑問である。ブリは5月と6月に採集されたが，対馬暖流の調査によれば，同海流流域海区での産卵は九州西岸沖に限られるらしく，又稚魚網による出現盛期は 4～6 月となつていることから，これ等は早期に産卵された個体と思われる。ブリについては，予想していたもつと小さな個体 (10～30 mm) が獲れなかつたことについては，その頃時化が多くて余り沖へ出なかつたので，実際に藻に付いていなかつたのかどうかはわからない。

Table 1 の全長範囲を見て判るように，流れ藻は多くは魚の幼期の生活と関係があり，従つてそれに伴う幼稚魚の出現状態は，産卵期から考えて年による多少のずれはあつても，例年ほぼ同様と思われる。流れ藻に付くこれ等の幼稚魚は藻に適応したと考えられる体色を呈しているが，体色，生態共に変化する時期に流れ藻につくと思われるものに，ギンポ，アイゴ，メジナ，クジメ等が挙げられる。アイゴは，同時期に集魚燈下で多量に採集出来た個体はほとんど体色が現われていなかつたが，流れ藻に付いた個体には全体に斑紋が現われていた。最も多量に獲れたカワハギ類やギンポ類は，その習性や体色の適応からみて，流れ藻との結び付きはその幼期において極めて緊密であることがうかがわれる。

産卵基盤としては 11 月 13 日の流れ藻 (84.5 kg) に孵化直前のサンマ卵が1塊みられただけで，予想していたトビウオ卵は見られなかつた。

調査区域の流れ藻の量的変化については正確には調べなかつたが，大体の傾向として春から初夏にかけて多く，秋冬に少なかつた。従つて，1日に採集した藻の総量も日によつて差が大きく，9月2日の 2.4 kg から5月 20 日の 196 kg までの変化があつた。又魚類の採集個体数も，2月9日 (藻重量 2.5 kg) の0個体から 10 月 23 日 (101.7 kg) の 2,267 個体までの変化があり，採集方法が完全ではなかつたが，概して春から秋にかけて多く，12 月から2月にかけての冬期は極く少数が採集されただけである。1日 50 個体以上採集出来た時の種類別個体数の比率を Fig. 3 に示すが，この組成の変化も，流れ藻が主として幼稚魚の生活と関係あることにより，例年の傾向を示していると思われ，大きく4時期に分けられる。6月下旬から9月初にかけてはカワハギ類が多く又種類数も最も多く現われ，その後は 11 月下旬までニジギンポが優勢で，

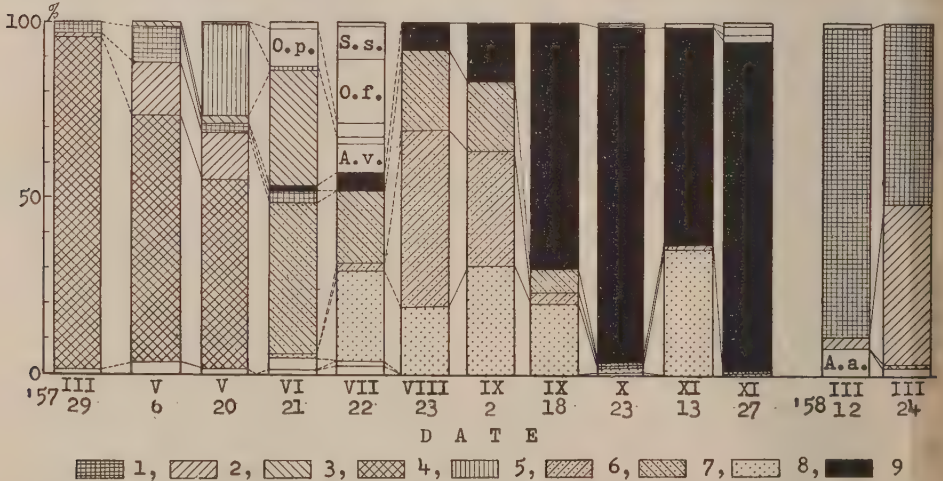



**Fig. 3.** Composition of individual number of fish species per day, when over 50 individuals were hauled.

1, *Enedrias nebulosus*; 2, *Sebastes inermis*; 3, *Girella punctata*; 4, *Sebastes sp.*; 5, *Seriola quinqueradiata*; 6, *Stephanolepis japonicus*; 7, *Stephanolepis cirrhifer*; 8, *Rudarius ercodes*; 9, *Dasson trossulus*; O. p., *Oplegnathus punctatus*; O. f., *Oplegnathus fasciatus*; S. s., *Syngnathus schlegeli*; A. v., *Abudefduf vaigiensis*; A. a., *Agrammus agrammus*.

12 月から 2 月までは個体数の減少と共にほとんどメジナだけとなり，3 月から 6 月上旬にかけてメバル類とギンポ類が多くなつた。ブリはギンポ，カワハギ，メバル類に比し，群をなして藻の下を常に游泳しているので，採集の巧拙によつてその採集個体数が大きく変化する。従つて 5～6 月の組成は変動の可能性が大きい。

以上，魚の種類によつては，その幼期の生活が流れ藻と密接な関係がみられることから，その生活史の研究には稚魚網の次の段階として流れ藻を調べる必要がある。特にブリでは現在の表層曳稚魚網で獲れる大きさが 10～30 mm 位に限られており，幼期の体色が流れ藻に適応したと思われる色彩を呈することから，その幼期の分布，生態を調査するには流れ藻の採集を行うことが特に必要である。

## 文　献


1) Parr, A. E.: *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, **6** (7), 1～94 (1939).
2) 内田恵太郎: 水学報, **4** (3), 178～179 (1924).
3) ————: 動雑, **38** (454), 228～237 (1926).
4) ————: ——, **39** (462), 161～178 (1927).
5) ————: 東洋学芸雑誌, **43** (536), 679～684 (1927).
6) ————: 動雑, **41** (490/491), 373～374 (1929).
7) ————: ——, **44** (526), 309～322 (1932).
8) ————: ——, **49** (11), 376～387 (1937).
9) ————: 海科, **3** (10), 427～436 (1943).
10) ————: 九大農学芸誌, **13** (1/2/3/4), 294～296 (1951).
11) ————・道津喜衛: 対馬暖流開発調査報告, **2**, 1～65 (1958).
12) 中村秀也: 養会, **3** (9), 145～148 (1933).
13) ————: ——, **3** (10), 169～172 (1933).
14) ————: ——, **4** (6), 103～108 (1934).
15) ————: ——, **5** (3/4), 35～44 (1935).
16) ————: ——, **5** (5/6), 84～89 (1935).
17) ————: ——, **5** (7/8), 127～132 (1935).
18) ————: ——, **5** (9/10), 159～164 (1935).
19) ————: ——, **6** (7/8), 133～139 (1936).
20) ————: ——, **7** (6/7), 135～144 (1937).
21) 木村喜之助: 対馬暖流開発調査シンポジウム, **5**, 207～211 (1957).
22) ————・堀田秀之・福島信一: 日水会東北支部会報, **8** (1/2), 31～32 (1957).

# 魚鱗の排列に関する予察的研究

小林久雄・林　亨
(愛知学芸大学生物学教室)

# Preliminary Studies on Scale Arrangement of Japanese Fishes.

Hisao Kobayasi and Toru Hayasi
(Department of Biology, Aiti Gakugei University)

Scale arrangement of 98 species of Japanese fishes is studied in this paper with the following results. (1) Scale arrangement can be classified into 5 types, viz., overlapped, mosaic, separated, irregular and single-lined. (2) Among overlapped-types of arrangement, a standard one consists of a set of 7 scales, varying in number from 9 to 11, 13, and anomalously from 8 to 10, 12. (3) One scale is no case overlapped by over 13 scales. (4) A set of 2~6 overlapped scales is in no case arranged regularly in the large part of the side of a fish. (5) Systematically related fishes usually have a similar type of arrangement, but some of them have not.

## 緒　言

この報告は魚体に鱗が排列する有様を，主としてその重なり方を目標として比較研究したもので，将来更に詳しく調査するための予察的研究の結果を記したものである。鱗の排列に関しては Hase (1907) のものを除くと，あとは断片的の小文か又は他の目的の論文中にこの記事を散見することができる程度にすぎない。この報告では Hase の場合と異つて主として体側中央部の鱗の小排列を研究の対象とした。

## 研究の方法

研究に使用した魚はすべて formalin 固定による普通の標本で，まず魚の体側中央部の鱗を皮膚とともに方形に切りとり（この際前後の目印をつけておく），裏側に付着する筋肉を除いて Mall's solution 処理によつて alizarin red 染色を施し，純 glycerin 中に保存したものを随時取出して観察した。魚の成長に伴う変化或は個体変異の如き詳しいことは将来の問題とした。又鱗の被覆部と露出部の面積の比を求めて考察したがこれについては意義を見出せなかつたので除外した。

## 材料魚の種類並に観察結果の一部

下表に示すように 97 種の魚類について調べたが，これを5つの型に分類することができた。このうち瓦形 Overlapped-type のものが最も多い。この型の任意の1枚の鱗に重なるその周囲の鱗の数にはかなりの異いがあるが，このことは記載より表示した方がわかり易いので詳しい記載は一切これを省略した[1]。

1958 年 7 月 30 日受理

1) 楕/円 は眼側は楕鱗で無眼側が円鱗のこと，7/7 も同様に眼側，無眼側共に7枚組のこと，円・楕鱗の区別の不明なもの又はその範疇外のものはこの欄に記入してない。

| 鱗の排列型と魚の種名 | | 体長 | 体高 | 円・櫛鱗の別 | 一組の鱗数 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | cm | | |
| (A) 覆瓦型排列 Overlapped-type arrangement | | | | | |
| (1) | アマゴ *Oncorhynchus rhodurus* | 11.4 | 3.05 | 円 | 7 |
| (2) | アユ *Plecoglossus altivelis* | 7.4 | 1.5 | 〃 | 7 |
| (3) | ヤリタナゴ *Acheilognathus lanceolata* | 5.9 | 2.0 | 〃 | 7 |
| (4) | タビラ *Acheilognathus tabira* | 6.0 | 2.1 | 〃 | 7 |
| (5) | イチモンジタナゴ *Acheilognathus cyanostigma* | 4.5 | 1.2 | 〃 | 7 |
| (6) | ビワタナゴ *Acheilognathus longipinnis* | 4.4 | 2.1 | 〃 | 7 (時に 8, 9) |
| (7) | バラタナゴ *Rhodeus ocellatus* | 4.1 | 1.7 | 〃 | 7 |
| (8) | ヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus* | 6.3 | 1.5 | 〃 | 13 |
| (9) | タモロコ *Gnathopogon elongatus* | 5.6 | 1.45 | 〃 | 13 |
| (10) | デメモロコ *Gnathopogon japonicus* | 7.1 | 1.5 | 〃 | 7 |
| (11) | カマツカ *Pseudogobio esocinus* | 8.1 | 1.6 | 〃 | 13 |
| (12) | ニゴイ *Hemibarbus barbus* | 15.8 | 3.3 | 〃 | 7 |
| (13) | ゼゼラ *Biwia zezera* | 6.2 | 1.3 | 〃 | 7 |
| (14) | イシモロコ *Pseudorasbora parva parva* | 6.7 | 1.6 | 〃 | 7 (時に 8, 9) |
| (15) | ウグイ *Tribolodon hakonensis* | 24.6 | 4.7 | 〃 | 13 |
| (16) | アブラハヤ *Phoxinus steindachneri* | 9.4 | 2.2 | 〃 | 13 |
| (17) | ハヤ *Zacco platypus* | 12.0 | 3.1 | 〃 | 7 |
| (18) | カワムツ *Zacco temminckii* | 12.9 | 2.05 | 〃 | 7 |
| (19) | ハス *Opsariichthys uncirostris* | 17.0 | 3.8 | 〃 | 7 |
| (20) | ワタカ *Ischikauia steenackeri* | 12.3 | 4.2 | 〃 | 7 |
| (21) | フナ *Carassius carassius* | 13.9 | 4.8 | 〃 | 11 稀に 10 |
| (22) | コイ *Cyprinus carpio* | 11.5 | 4.9 | 〃 | 13 |
| (23) | マドジョウ *Misgurnus fossilis anguillicaudatus* | 6.0 | 1.8 | 〃 | 7 時に 8 |
| (24) | シマドジョウ *Cobitis taenia* | 5.9 | 1.3 | 〃 | 7 時に 9 |
| (25) | アジメドジョウ *Cobitis delicaca* | 13.0 | 0.6 | 〃 | 7 時に 5, 6 |
| (26) | アユモドキ *Hymenophysa curta* | 18.0 | 2.7 | 〃 | 13 |
| (27) | メダカ *Oryzias latipes* | 2.9 | 0.7 | 〃 | 7 |
| (28) | カムルチー *Channa argus* | 12.0 | 2.0 | 〃 | 11 時に 12, 9 |
| (29) | チョウセンブナ *Macropodus chinensis* | 3.8 | 1.3 | 櫛 | 7 |
| (30) | キンメモドキ *Parapriacanthus beryciformes* | 5.9 | 1.9 | 〃 | 7 |
| (31) | イシダイ *Oplegnathus fasciatus* | 12.8 | 4.7 | 〃 | 7 |
| (32) | アカタチ *Acanthocepola krusensterni* | 27.3 | 3.0 | 円 | 7 時に 9 |
| (33) | イッテンアカタチ *Acanthocepola limbata* | 26.3 | 2.0 | 〃 | 7 稀に 6, 5 |
| (34) | アカアマダイ *Branchiostegus japonicus japonicus* | 12.8 | 4.6 | 櫛 | 13 |
| (35) | クルマダイ *Pseudopriacanthus niphonius* | 15.7 | 8.4 | 〃 | 7 時に 8, 9 |
| (36) | スズキ *Lateolabrax japonicus* | 14.7 | 3.7 | 〃 | 7 |
| (37) | マハタ *Epinephelus septemfasciatus* | 13.7 | 4.7 | 〃 | 7 時に 8, 9 |
| (38) | ヒメハナダイ *Tosana niwae* | 9.6 | 2.75 | 〃 | 9 |
| (39) | キス *Sillago sihama* | 12.2 | 2.4 | 〃 | 13 時に 12, 11 |
| (40) | キダイ *Taius tumifrons* | 9.6 | 4.5 | 〃 | 11 又は 13 |
| (41) | マダイ *Chrysophrys major* | 10.7 | 4.8 | 〃 | 13 又は 11 時にそれ以下 |
| (42) | イサキ *Parapristipoma trilineatum* | 13.5 | 4.1 | 〃 | 13 稀に 10, 9 |
| (43) | シマイサキ *Therapon oxyrhynchus* | 12.5 | 4.3 | 〃 | 7 |
| (44) | ヒメコトヒキ *Therapon theraps* | 8.7 | 3.4 | 〃 | 7 |

| | 鱗の排列型と魚の種名 | | 体長 cm | 体高 cm | 円・櫛鱗の別 | 一組の鱗数 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (45) | タカノハダイ | *Goniistius zonatus* | 16.0 | 6.2 | 円 | 9～13 |
| (46) | ユウダチタカノハ | *Goniistius quadricornis* | 12.6 | 5.0 | 〃 | 9 |
| (47) | トラギス | *Cilias pulchella* | 12.6 | 2.4 | 櫛 | 11 時に 13 |
| (48) | タイワンイカナゴ | *Embolichthys mitsukurii* | 11.6 | 1.4 | 円 | 7 |
| (49) | チチブ | *Tridentiger obscurus obscurus* | 4.0 | 0.8 | 櫛 | 7 |
| (50) | シマハゼ | *Tridentiger trigonocephalus* | 5.3 | 0.9 | 〃 | 7 稀に 8 |
| (51) | マハゼ | *Acanthogobius flavimanus* | 13.8 | 2.4 | 〃 | 7 |
| (52) | ウキゴリ | *Chaenogobius annularis urotaenia* | 7.5 | 1.5 | 〃 | 7 |
| (53) | トビハゼ | *Periophthalmus canthonensis* | 4.5 | 0.8 | 円 | 7 時に 6 |
| (54) | イトベラ | *Pseudolabrus gracilis* | 10.5 | 2.5 | 〃 | 11 又は 13 |
| (55) | ギマ | *Triacanthus brevirostris* | 12.8 | 4.7 | | 7 |
| (56) | メバル | *Sebastes inermis* | 5.7 | 1.9 | 櫛 | 11 |
| (57) | カサゴ | *Sebastiscus marmoratus* | 13.2 | 4.2 | 〃 | 9 又は 8 |
| (58) | フサカサゴ | *Scorpaena neglecta neglecta* | 5.6 | 1.9 | 〃 | 7 |
| (59) | ハチ | *Apistus carinatus* | 7.1 | 2.1 | 〃 | 13 |
| (60) | アイナメ | *Hexagrammos otakii* | 3.9 | 1.0 | 〃 | 7 |
| (61) | メゴチ | *Suggrundus meerdervorti* | 7.9 | 0.8 | 〃 | 7 時に 8 |
| (62) | カナド | *Lepidotrigla güntheri* | 11.8 | 3.1 | 〃 | 13 |
| (63) | オニカナガシラ | *Lepidotrigla kishinouyei* | 5.0 | 1.3 | 〃 | 7 |
| (64) | ヒラメ | *Paralichthys olivaceus* | 12.9 | 5.3 | 櫛/円 | 7/7 |
| (65) | ホシダルマガレイ | *Bothus myriaster* | 9.6 | 5.1 | 〃 | 7/7 |
| (66) | メイタガレイ | *Pleuronichthys cornutus* | 12.9 | 5.3 | 円/円 | 7/7 時に 6, 5 |
| (67) | マガレイ | *Limanda herzensteini* | 13.7 | 4.9 | 櫛/円 | 7 時に 6, 5/7 時に 6 |
| (68) | ササウシノシタ | *Heteromycteris japonicus* | 11.0 | 4.3 | 櫛/櫛 | 7/7 |
| (69) | セトウシノシタ | *Zebrias japonicus* | 8.2 | 3.1 | 〃 | 7/7 |
| (70) | シマウシノシタ | *Zebrias zebrias* | 9.2 | 3.4 | 〃 | 7/7 |
| (71) | アカシタビラメ | *Areliscus joyneri* | 19.7 | 5.4 | 〃 | 11 ± 1, 2/11 ± 1, 2 |
| (B) | モザイック型排列 | Mosaic-type arrangement | | | | |
| (72) | マウナギ | *Anguilla japonica* | | | | |
| (73) | イラコアナゴ | *Synaphobranchus kaupii* | | | | |
| (74) | ホラアナゴ | *Synaphobranchus affinis* | | | | |
| (C) | 分離排列型 | Separated-tpye arrangement | | | | 備考 |
| (75) | ホトケドジョウ | *Lefua echigonia* | 4.6 | 0.8 | 円 | |
| (76) | ミシマオコゼ | *Uranoscopus japonicus* | 13.9 | 3.0 | 〃 | 斜行状 |
| (77) | サバフグ | *Lagocephalus lunaris* | 23.4 | 6.7 | | |
| (78) | コモンフグ | *Fugu poecironotus* | 17.9 | 3.7 | | |
| (79) | ハオコゼ | *Hypodytes rubripinnis* | 5.7 | 2.5 | 〃 | 極めてまばら |
| (D) | 不規則型排列 | Irregular-type arrangement | | | | |
| (80) | シマドジョウ | *Cobitis taenia* (再出) | 7.9 | 1.2 | 〃 | |
| (81) | マトウダイ | *Zeus japonicus* | 7.1<br>11.4 | 4.1<br>6.9 | 〃 | 一部重なることがある |
| (82) | ギンポ | *Enedrias nebulosus* | 23.7 | 2.5 | 〃 | 小形鱗を交える |
| (83) | ダイナンギンポ | *Dictyosoma burgeri* | 14.8 | 2.1 | 〃 | 側線より遠い部分では7枚の圓丸型 |
| (84) | アブオコゼ | *Erisphex potti* | 6.0 | 2.2 | | 3 時に 2, 1 |
| (85) | ホウボウ | *Chelidonichthys kumu* | 8.4 | 1.7 | 〃 | |

| 鱗の排列型と魚の種名 | 体長 cm | 体高 cm | 円・楕鱗の別 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| (86) コバンザメ *Echeneis naucratus* | 29.0 | 2.9 | 円 | 小鱗を交える |
| (87) サギフエ *Macrorhamphosus scolopax* | 7.5 | 1.6 | | |
| (88) カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* | 8.5 | 5.5 | | |
| (89) ウスバハギ *Aluterus monoceros* | 24.5 | 8.4 | | |
| (E) 一列型排列 Single lined-type arrangement | | | | |
| (90) ナマズ *Parasilurus asotus* | 19.3 | 3.1 | | |
| (91) ギギ *Pseudobagrus aurantiacus* | — | — | | |
| (92) キバチ *Pelteobagrus nudiceps* | — | — | | |
| (93) アカザ *Liobagrus reini* | — | — | | |
| (94) ゴテンアナゴ *Anago anago* | — | — | | |
| (95) カガミダイ *Zenopsis nebulosus* | 8.2 | 5.1 | | |
| (96) カイワリ *Caranx equula* | 10.3 | 5.6 | | |
| (97) ヒガンフグ *Fugu pardalis* | 8.3 | 2.3 | | |
| (98) ヒメオコゼ *Minous monodactylus* | 8.3 | 2.7 | | 長形 |
| (99) アナハゼ *Pseudoblennius percoides* | 15.5 | 3.7 | | |
| (100) マウナギ *Anguilla anguilla* (再出) | — | — | | |
| (101) ダイナンギンポ *Dictyosoma burgeri* (再出) | — | — | | 密接する |

## 観察結果と考察

### (a) 覆瓦型排列

鱗をもつ魚の大多数はこの排列を示し研究に用いた魚種の 70% はこの型に属する。まずこの型の鱗の重なりを調べるため第1図に示すように任意の1枚を規準とし——これを任意規準鱗を呼ぶ——この周囲の多少とも規準鱗に重なる鱗を求め，その全部の数を以て何枚1組として表現したのである。そしてこの1組の鱗をそれぞれ上，下，前，前上，前下，前々，前々上，前々下，後，後上，後下，後々，後々上，後々下鱗と呼んで区別した。前掲の表でわかるように7枚1組即ち規準鱗に前，前上，前下，後，後上，後下鱗が組をなすものである。鱗の巾が長さに比べて少しく大きく，余り深く鱗嚢内に入りこま

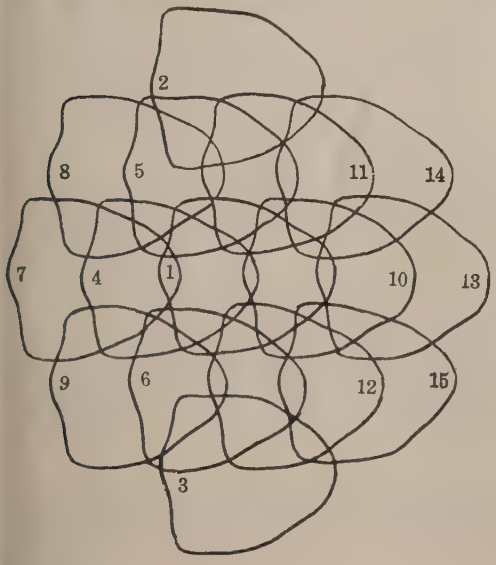



**Fig. 1.** Diagram showing the technical terms of overlapped-type scales of *Sarcocheilichthys variegatus*.

1. Optional standard scale, 2. Upper scale, 3. Lower scale, 4. Anterior scale, 5. Antero-upper scale, 6. Antero-lower scale, 7. Antero-anterior scale, 8. Antero-antero-upper scale, 9. Antero-antero-lower scale, 10. Posterior scale, 11. Postero-upper scale, 12. Postero-lower scale, 13. Postero-posterior scale, 14. Postero-postero-upper scale, 15. Postero-postero-lower scale.

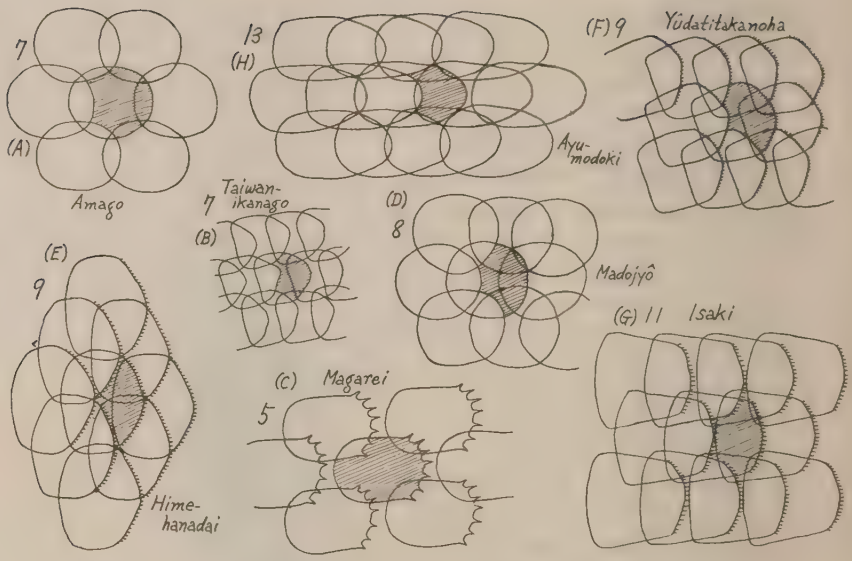



**Fig. 2.** Some examples of the overlapped-type scale arrangement.

(A) *Oncorhynchus rhodurus*, consists of 7 scales; (B) *Embolichthys mitsukurii*, ditto; (C) *Limanda herzensteini*, consists of 8 scales; (D) *Misgurnus fossilis anguillicaudatus*, consists of 8 scales; (E) *Tosana niwae*, consists of 9 scales; (F) *Goniistius quadricornis*, ditto; (G) *Parapristipoma trilineatum*, consists of 11 scales; (H) *Hymenophysa curta*, consists of 13 scales.

ず，露出面積のやや大形のものがこの7枚組を作りやすい。11枚組のものは鱗の重なりの比較的深いものに見られ，7枚の基本型に前々上，前々下鱗と後々上，後々下鱗が加わつて形成されたものである。鱗の前後軸と体軸が一致しないため7枚組に前々下及び後々上鱗が加わると9枚組を作るが，更に前々上，前々下鱗がこれに加わると 11 枚となるが，9枚及び 11 枚組のものは7枚組の魚の体に部分的に存在し，それのみの排列を示すことは少い。このようにして作られた 11 枚組のものには変則的な他の数の組を混入することが多い。特殊なものとして鱗の巾が長さに比べて大きい場合規準鱗の上，下鱗（一列おいて上下列の）が7枚組に加わつて9枚組を作ることがある。ヒメハナダイがこの例である。体軸と鱗軸と一致すれば 11 枚組を作るはずのユウダチタカノハのように前々上，後々下鱗が規準鱗に重ならず9枚組となつているものがある。次にマガレイ及びメイタガレイで前鱗と後鱗が規準鱗に重ならず5枚組を作つているものが見出された。次に 13 枚組のものは7枚の2倍（即ち $7 \times 2 - 1$ で規準鱗が2枚となることがないため1を減ずる）のものでヒガイ・ウグイ・アユモドキ・アマダイ・キス・キダイ・ハチ・カナドなどの魚に見られこの型に属するものは鱗が長いか又は重なり方の深いもので従つて露出部の面積が小さい。

13 枚以上の組は全く認められなかつた。90% 以上の重なりがなければ 13 枚以上の組は成立しないようである。そして又多数の種では体軸と鱗の前後軸は大体一致し，その一組の前後上下は相称的となるが，或る種のものではその不一致から鱗の後部が斜上方を向いて着生するため不相称となつて変則的な覆瓦形がやり易く，1組が偶数となつて，7枚の基本型に 1，3 又は5枚が2次的に加わつて 8，10，12 組のもの，或は又1枚減少して6枚組のものができる。

**（b） モザイック型排列**

これは無足類のウナギ・アナゴの類に限られて見られる特殊なもので鱗軸に斜上方を向く，長楕円形の鱗からなり，全く重なることがない。

**(c) 分離型排列**

鱗は発生上覆瓦型のものでも魚の若い時代は重なりが少ないか又は全々重ならないものがある。しかしここで云う分離型とは成長して完成せられてからのものである。全々重ならないために露出率は常に100%であるが近隣の鱗との間隙即ち分離の程度には変化があり，重ならずとも殆んど相接するものがあり，又ミシマオコゼでは斜の列を作つていることで珍らしい。ハオコゼでは間隙が著しく広く，まばらに散在している。

**(d) 不規則型排列**

鱗相互の重なり方が不統一であつたり，又大小大きさの異なる鱗をもち（コバンザメ・マトウダイ・ギンポ）しかもこれが不揃であつたりするものをこの型に属さしめた。シマドヂョウでは鱗は縦列よりも横列をなす傾向が認められることがあり，マトウダイでは間隙は広いところと狭くて殆んど接触し一部少しく重なり合うことがある。ダイナギンポは大体覆瓦型に近いが側線付近（側線は多数が網目を作る）では排列がみだれ，大きさも大小不揃であるからこの型に入れた。

**(e) 一列型排列**

これは鱗様体の排列である。鱗様体を鱗と同一に考えてよいか否かについては尚疑問があるがここでは便宜的に独立の排列型として取扱つた。鱗様体は側線管内に一列に並んでおり，その形態には変化が多く，表記した魚種以外に尚現在多数の魚に見出されているがその詳細については後に報告する考えである。

**(f) 近縁種間の排列関係**

(イ) ドジョウ科 Cobitidae を例として見るにアユモドキは 13 枚組の，マドジョウは7(稀に9)枚の覆瓦型に属し，アジメドジョウは7枚組の覆瓦型乃至分離型，シマドジョウでは重なりが多少不規則で傾向としては7枚組の覆瓦型乃至分離型，エゾホトケでは僅かに重なるが殆んど分離し，ホトケドジョウでは全く分離する。又マドジョウとシマドジョウの雑種のもの（表にはないが）はその排列は両種の中間型を呈していた。フクドジョウでは殆んど分離し僅かに重なるものがある。

(ロ) アカタチ科 Cepolidae について見るとアカタチでは重なりが深く，7～11 枚組をなし7枚以下にはならず，イツテンアカタチは重なりが粗で 7～5 枚組を作り，7枚以上にはならない。

以上の僅かな例で見てわかるように分類学上近縁な魚でもその排列法が必ずしも似ているとはいえない。しかし大体は近似しているのが普通である。

## 摘　　要

(1) 鱗の排列は覆瓦，モザイック，分離，不規則，一列の5つの型に分類することができる。

(2) 覆瓦型排列は7枚1組をなすものが基本型で，9，11，13 枚と変化し，変則的には 8，10，12 などとなることがある。

(3) 1枚の鱗に 13 枚以上の鱗が重なることはない。

(4) 2～6 枚組のものが魚の体側の広い部分に規則的に存在することはない。

(5) 近縁種の魚に於ては通常類似した排列型をとるが，必ずしもそうとは限らない。

## 文　　献

1) Hase, A.: Ueber das Schuppenkleid der Teleosteer. Jena. 1907.
2) Taylor, H.: The Structure and Growth of the Scales of the Squateague and the Pigfish as Indicative of Life History.: Bull. U. S. Bur. Fish., XXXIV (1914), pp. 285～330, 1916.
3) Oosten, J. Van.: Life History of the Lake Herring of the Lake Huron as Revealed by its Scales, with a Critique of the Scale Method. Bull. Bur. Fish., XLIV, (1928), pp. 264～428, 1929.
4) 小林久雄：ウナギの鱗の排列について，水産研究誌，XXXIV (5), pp. 168～169, 1939.
5) 松原喜代松：魚類の形態と検索，石崎書店，1955.
6) 小林久雄：魚鱗の形態と検索，愛学大研報，VII (特)，1958.

# The Crystalline Structure on the Nacre of Pearl Oyster Shell*

Kōzi WADA
(*National Pearl Research Laboratory*)

## Introduction

Aragonite crystals grown on the surface of nacres, forming the innermost layer of shells in most molluscs, aggregate regularly or irregularly, and develop in various patterns; such as parallel, spiral, concentric, or irregular[1),2),3)]. Difference of these patterns is caused by the differences of mode and velocity of crystal growth which vary with physiological conditions of animals, age of shell, different regions of the nacre, and seasonal changes of environments[3)]. But almost all studies on shell structure were observed morphologically under a microscope[1),2),3),4),5)] and yet there was not any description about the mechanism of crystal growth in the process of shell development. Hence, the author investigated the crystalline structure of the nacre of *Pinctada martensii* (DUNKER), as one of the fundamental researches resolving the mechanism of shell formation and crystal growth.

## Materials and Methods

Materials used for the investigation were shells of 5 aged *Pinctada martensii* collected from the pearl farm in Ago Bay in September, 1957.

For x-ray analysis, each portion showed in Fig. 1 was cut off in the dimensions of approximately 10 mm long and 5 mm wide with a saw. Then the pieces were ground on a grinding wheel from the outer side to the inner side of a shell being polished up to the horizontal thin sections of about 0.2 mm in the thickness.

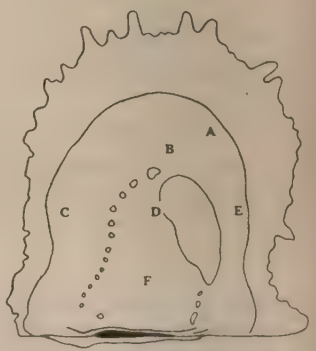



**Fig. 1.** Showing the parts of a nacre submitted to x-ray analysis.

The arrangement of the micro-crystals of aragonite in the nacreous layer was examined by the rotating crystal method. The preparation was set perpendicular to a narrow monochromatic x-ray beam emitted from a copper target in a Coolidge tube, and was rotated round a certain axis during its exposure to this beam of x-ray. The diffraction pattern was recorded on a cylindrical

*Received July 31, 1958*
* Contribution No. 30 from National Pearl Research Laboratory.

film surrounding the preparation. The radius of the camera was 34 mm. The time of exposure was about 3 hours. In this examination, three directions were chosen as rotation axes which were parallel to and at right angle to the horizontal shell growth and vertical to the inner surface of the nacre, respectively.

On the other hand, the inner surface of these preparations were directly observed by using a vertical illuminator.

## Results

Fig. 2 shows two x-ray diffraction photographs given by the different rotation axes in a horizontal thin section setting perpendicular to the incident x-ray beam, (a) being

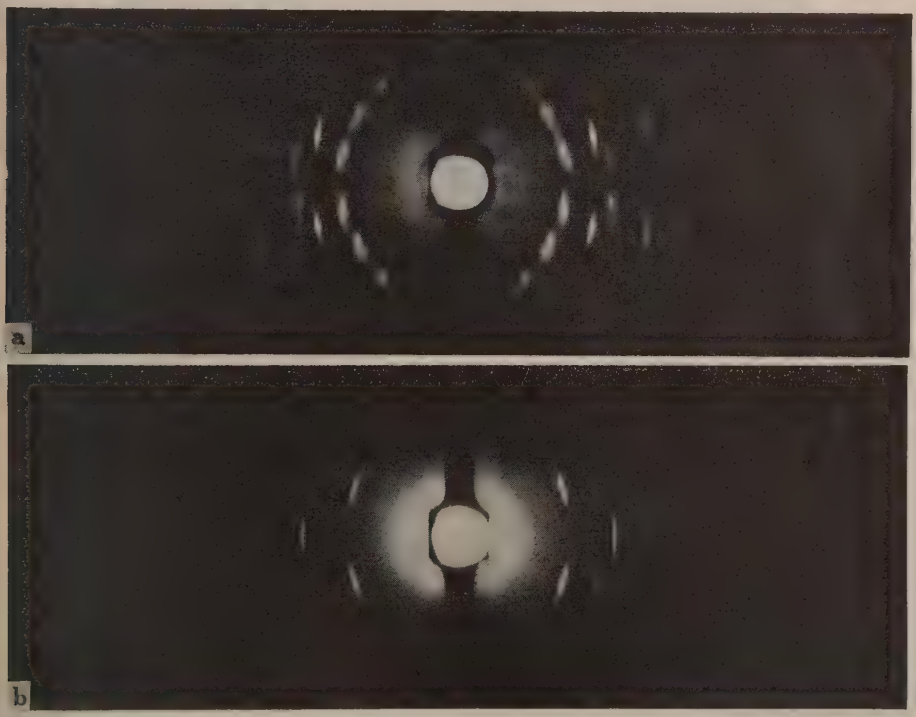



**Fig. 2.** Rotation photographs of a nacre. (a) rotated round a direction parallel to the horizontal growth of a nacre; (b) a direction of the rotation axis is at right angle to the axis in (a).

obtained with a direction parallel to the horizontal growth of a shell and (b) with a direction at right angle to the axis in (a), respectively as rotation axis. In these figures, the diffraction spots arrange symmetrically on a series of straight horizontal lines above and below the equator, which is the horizontal line passing through the central spot. Each spot is diffused to the form of a short arc and the degree of its diffusion is different in these two rotation diagrams, (a) with 10 mm and (b) with 0.5 mm in the width

of the preparation. In this case, this width means the length measured in the direction parallel to hinge line.

The length of the edge of unit cell parallel to the rotation axis is given directly by the spacing of the layer lines, and can easily be measured by reading off the $\zeta$ values for all the layer lines on BERNAL's chart. The spacing measured for Fig. 2 (a) is about 7.9 Å and coincides with the length of the orthorhombic *b* axis of aragonite crystal, while that for Fig. 2 (b) is about 4.9 Å and agrees with the length of the orthorhombic *a* axis of aragonite. It was also established from the rotation photograph that the direction vertical to the nacreous surface was the orthorhombic *c* axis, its length being about 5.7 Å.

Fig. 3 shows two rotation photographs produced by the different thicknesses of the same preparation, (a) being obtained with 1~0.5 mm thickness and (b) with about 0.2

**Fig. 3.** Rotation photographs given by different thicknesses of the same preparation. (a) with 1~0.5 mm thick. (b) with about 0.2 mm thick.

mm thickness. The position and intensity of the diffraction spots in (a) appear asymmetrically on each layer line, but these in (b) arrange symmetrically round the central spot.

Fig. 2 (b) and Fig. 3 are the patterns given by using horizontal thin sections of parts B and E in Fig. 1, respectively, and by rotating these sections around the same

axis. The distance of layer lines from the equator is equal between these parts. But the position and intensity of the reflection spots are different in comparison between them.

Spiral growth on the inner surface of nacre is shown in Fig. 4. They consist of aggregations of aragonite crystals about 3～5$\mu$ in size and have a stepped appearance.

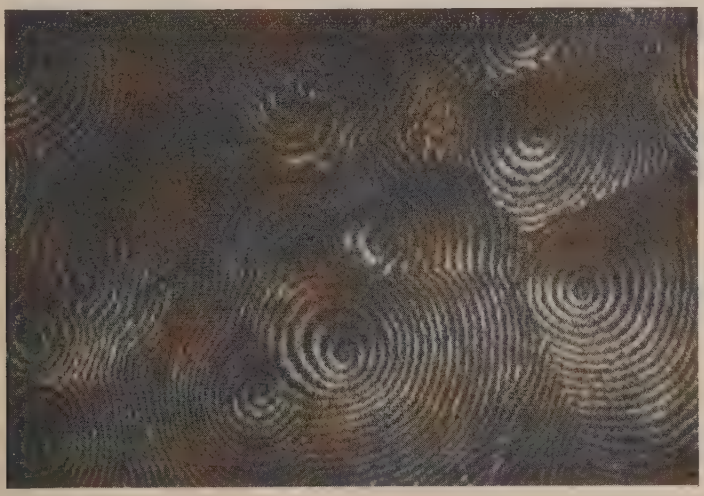


**Fig. 4.** Spiral growth on the inner surface of nacre. 90×

Resorting to electron micrographs, the step heights of the spirals are found to be about 0.2～0.5$\mu$ which is equal to the thickness of a lamina in the nacreous layer.

## Discussion

Schmidt (1923)[1] and others observed the crystalline structure of molluscan shells, in particular for Lamellibranch, by a polarizing microscope and reported that the micro-crystals of aragonite in the nacre are arranged into a fibrous grain their orthorhombic *c* axis being oriented perpendicular to the inner surface. Tsutsumi (1928)[6] took the Laue photographs for the nacre of *Atrina japonica* and obtained the same result. But we have not any paper reporting the arrangement of the crystal axes except the orthorhombic *c* axis of aragonite crystals regarding the crystallographic studies of molluscan shells.

The above experimental results show that in the nacre of pearl oyster shells, the orthorhombic *b* and *c* axes of the aragonite crystals are arranged parallel or nearly parallel to the fiber axes which are parallel to the directions of the growth horizontal and vertical to the inner surface, respectively. Accordingly, it seems that the orthorhombic *b* axis of the micro-crystals arranges approximately parallel to the radial pattern running from the umbo to the distal border, and the nacreous layer is composed of such crystals in a mosaic arrangement. But the degree of perfection of the arrangement

differs from portion to portion of the nacre.

Hynd (1954)[7] reviewed on the characters used in the taxonomy of Australian pearl-shells and discussed on their variation with age and environment. He stated that the obliquity of the shell decreases with age. In addition, it has been well known that the shell growth stops in winter and a resting zone is formed in that time, but such a zone is also formed by natural and artificial factors without the seasonal change of environments. The author (1957)[8] observed on laminary structures of cultured pearls with an electron microscope and reported that the structure of nacres were different with the portions above and below the resting zone which was consisted of a thick conchiolin layer.

It is obvious, from the x-ray diagrams of Fig. 3, that the part E in Fig. 1 is probably composed of the accumulation of two discontinuous layers which develop in directions more or less different from each other, but the orthorhombic *b* axis of the micro-crystals of aragonite arranges parallel to the direction of the horizontal growth of each nacreous layer. Further it seems that a resting zone exists between these two layers (Fig. 5).

Watabe (1955)[2] and Wada and Hirano (1957)[9] observed on the spiral pattern in nacres and pointed out that it was like the spirals seen on the surfaces of the crystals which had grown by screw dislocation.

In view of the crystalline structure described above, the author thinks that the mechanism of spiral growth in the nacres would be explained by extending the theory of dislocations.

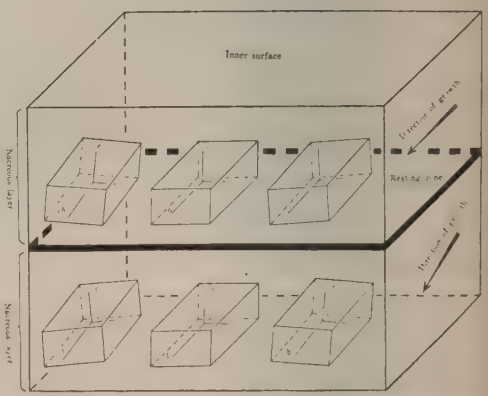



**Fig. 5.** The schematic drawing of the crystalline structure in the nacreous layer of pearl oyster shells.

## Summary

The crystalline structure of the nacre of *Pinctada martensii* was investigated with x-ray diffraction and the results were as follows:

1) The nacreous layer is found to be, not a single crystal, but aggregations of minute aragonite crystals all having their orthorhombic *b* and *c* axes parallel or nearly parallel to the fiber axes which are in agreement with the directions of growth parallel and normal to the inner shell surface, respectively.

2) The mode of the micro-crystal arrangements varies from portion to portion of nacres.

3) Orientation of crystallites seems to be more or less different between the discontinuous layers formed in the process of shell growth.

4) The crystalline structure of nacres is mosaic.

**Acknowledgment**

The present author wishes to express his sincere thanks to Mr. Katsuo TAKAYAMA, Director of the National Pearl Research Laboratory, and Dr. Toshio SUDOU, Professor of the Tokyo University of Education for the kind directions and encouragements they gave throughout this investigation.

**References**

1) SCHMIDT, W. J.: Zool. Jahrb., **45**, (1923).
2) WATABE, N.: Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, **2** (1), 18–26 (1955).
3) WADA, K.: Bull. Natl. Pearl Res. Lab., **2**, 74–85 (1957).
4) RASSBACH, R.: Ztschr. wiss. Zool., **102**, 363–447 (1912).
5) KADO, Y.: Jour. Sci. Hiroshima Univ., **14**, 243–254 (1953).
6) TSUTSUMI, J.: Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, **11**, 401–405 (1928).
7) HYND, J. S.: Aust. Jour. Mar. Freshw., Res., **6** (1), 97–137 (1954).
8) WADA, K.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **23**, 302–305 (1957).
9) WADA, K. and HIRANO, K.: Metal Phys., **3**, 77–78 (1957).

# 渓流区に放流したマス稚魚の生残に関する研究—I.

## 観察法による生残率の推定について*

小 野 寺 好 之
(淡水区水産研究所)

# On the Survival of Trout Fingerlings Stocked in a Mountain Brook—I.

## The Estimation of Survival Rate by Observation

Kôsi Onodera

For the estimation of the survival rate of fingerling trout stocked in a brook, a method through visual observation, by means of water-glass, was adopted. Some sample pools were taken for the observation, within the brook section of experiment (divided into Section I and II), and both the upper and the lower ends of a sample pool were blocked by setting screens to prevent the fish comming in or out the pool.

The number of fish dwelling in a sample pool was counted by observation and denoted as $N'$, then, the fish in the pool was collected under an utmost effort by means of a circling seine, the number symbolized by $C$. Followed by the seining the fish remained still in the pool was sought by observation, deriving the number as $(N-C)'$. $N$ denotes the true value against $N'$.

Then the rate of discovery, defined as $r = N'/N$ may be calculated following the formula (1) found on page 430 of the text, and the rate of fishing, $f = C/N$ from (2) on page 430 could be established. The symbol $C'$ denotes the number of fish observed which were assumed to have been mingled among the caught fish, therefore, the rate $C'/C$ also carries the meaning of rate of discovery. The fraction $C'/N'$ bears again the meaning of rate of fishing.

Considering the combined population of these sample pools, the author can estimate the synthesized discovery rate which represents that of total section surveyed from which sample pools were taken.

Apparent survival rate $s_1'$ which could be defined as the rate of apparent population size $N_2'$ measured by observational method at time $t_2$ against the apparent initial population size $N_1'$ at time $t_1$, could be corrected to the true survival rate $s_1'$ after the formula, $s_1 = r_1/r_2 \cdot s_1'$.

As for apparent survival rate $(s_1)_g$ which is defined as the rate of apparent population size $N_1'$ at time $t_1$ against the initial stocked population size $P$ at time of planting $t_p$, could be corrected to the true survival rate $(s_1)_p$ as follows —— $(s_1)_p = 1/r_1 \cdot (s_1)_g$.

Finally the two corrective coefficients were induced, one $k_{pt}$, which corrects the apparent survival rate at a given time $t_n$ against initial stocked population size to the true survival rate, while the other $k_{tt}$ corrects the apparent survival rate at a given time $t_n$ against initial apparent population at the time $t_{n-1}$ to the true survival rate.

Thus, the author has arrived,

1. Discovery rate, $r_j$, at a pool, $j$, having population size less than about 100, was estimated to be between 0.6 and 1.4, and consequently,

2. The size of accompanied error of estimation of population size shown in proportion to the true size, or the size of relative deviation, $E_j = 1 - r_j$, showed the range of $0.4 > E_j > -0.4$.

1958 年 7 月 31 日受理
* 淡水区水産研究所業績 第 67 号

3. The size of relative deviation in the survey section $i$, or $\varepsilon_i$, meaning combined $1-r_j$, indicated the range of 0.2～0.1, since 1.5 month after the time of stocking.

4. Thus the apparent survival rate $(s_n)_\varepsilon$ should be given corrective coefficient, $k_{pt}$, of 1.3～1.1 to get true survival rate $(s_n)_p$, while,

5. The apparent survival rate $s_n'$ should be given corrective coefficient, $k_{tt}$, of 0.9～1.0 to get true survival rate $s_n$.

近年本邦各地で養殖マス類の河川放流が行われている。1950年の資料では，群馬・東京・神奈川・新潟・長野・岐阜・三重・滋賀・熊本・宮崎の 10 都県にこれをみることができる（水産庁，1950）[1]。しかしこの放流の結果の報告にはみるべきものがない**，わずかに黒沼の資料があるのみである（黒沼，1952～1957）[2]。一方北米及びカナダには河川・湖沼へのマス類の放流についておびただしい報告があり，放流効果の判定にはほとんど結論がついているかに見えるが，まだ論戦とみなさるべき2つの立場が論文を発表しつづけているように見える。

NREDHAM (1949)[3] は養殖マス類の放流の無効をとなえ，その失費を説き，河川・湖沼の環境改善，クリール・センサスの実施と研究に力を注ぐべきことを述べている。この無効の原因については競争を考えるもの (SHETTER, 1947; MILLER, 1954)[4),5)]があり，先住の年級の進んでいるマス類による predation を考えるものがある (WALES and GERMAN, 1956)[6]。しかし，野生系と養殖系との間に競争上では別に差がないことを NIELSON, REIMERS, and Kennedy (1957)[7] がのべている。Fingerling，とくに brook trout は成績が悪いことを SHETTER (1950)[8] が述べた。EMBODY (1928)[9], DAVIS (1938)[10] は養殖マスの生残率を基準として放流表を作つたが，さらに 10 年後 SCHUCK (1948)[11] は，これを著しく批判した (ROUNSEFELL and EVERHART, 1953)[12]。この立場は一部を再び REIMERS (1957)[13] により反ばくされている。

これらのマス類の放流の適否はすべていちじるしく強度なクリール・センサスによる漁獲への返りを生残率として論議が進められた。これらの文献の当否を判定するには，また，われわれ自身の深い経験が必要であると考える。われわれのクリール・センサスの研究は河川のアユを対象として大分すすんでいるが，まだ完成してはいない。

淡水区水産研究所河川部の資源・増殖グループが，河川における養殖マス類の混合放流による研究を 1957 年から始めたとき，資源尾数の直接観察による変化を生残率推定の方法とした。筆者がこの方法を担当した。上野達治が資源尾数の観測と移動を分担した。田中光が放流されたマス稚魚の遭遇する餌料環境としての底棲動物をうけもつた。児玉康雄 (1958)[14] は，個体成長を通じて稚魚集団の Biomass の時間的変化の推定を受け持つた。

神奈川県水産指導所国分善一所長，渡辺博之，鈴木規夫両技師の3氏には field である神奈川県中津川滝沢の調査区の準備のために，中津川漁協組との連絡に留意され，また現地での調査にご協力を頂いた。東京水産大学の稲葉伝三郎教授，同大学大泉実習場の植松善次郎氏には，放流種苗の分譲と飼育間の計測結果の発表についてのご配慮を頂いた。調査研究の進行に当つて，現地における資材人員の準備，諸種の施設および調査実施に当つては，神奈川県中津川漁業協同組合長甲賀金蔵，理事鵜沼保治，同染矢脩一3氏の並々ならぬご協力をうけた。また研究の円滑な進行のために，淡水区水産研究所長黒沼勝造氏の貴重なご援助を頂いた。とくに筆者の担当したこの報告の部分については東海区水産研究所の田中昌一氏のご討論を頂いた。ここに銘記して以上の諸氏に深い感謝の意を表する。

## 方　　法

養殖マス類の Fingerling の実験河川区への放流後，時間の推移にともなう生残数の変化は，放流実数か

** 各県の水産試験場事業報告は出版されているが，実情として，とりまとめと検討の人員・時間上の余裕がないものと思われる。

ら実験区外へ移出または流出する放流魚を，実験区下端にもうけられた Trap により捕獲し，この数と前者との差を生残実数として算出する方法が上野により計画されたが，大きな出水のため Trap は機能を失つた。そこで以下の方法が案出された。

放流稚魚は棲息する環境の広さにより数群をなして生活しているがこの小群はその生態観察の過程で，目視により計測が可能である。これは集計されて任意の河床型単位での棲息数となり，さらに集計されて任意の実験区でのその時間での棲息数となる。しかしこれは当然に観測誤差をともなう。そこで漁獲を行つて観測誤差の大きさを推定することとし次の仮定を設けた。いま

$N'$ を 淵ごとに発見した魚の尾数
$N$ を 淵ごとの資源尾数
$C$ を 淵ごとに強く漁獲したときの漁獲尾数
$(N-C)'$ を 淵ごとに残つている魚を のぞき眼鏡で知つた尾数
$r$ を 淵ごとの発見率
$f$ を 淵ごとの漁獲率

とすれば，以下の関係式を当然導くことができる。

$$r=\frac{N'}{N}=\frac{N'}{C+(N-C)'/r}=\{N'-(N-C)'\}/C=C'/C \qquad (1)$$

$$f=\frac{N}{C}=\frac{C}{C+(N-C)'/r}=\{N'-(N-C)'\}/N'=C'/N' \qquad (2)$$

(1), (2) 式の右辺の展開された最後の項は，それぞれ

(漁獲物中ののぞきで観察された個体の数)/(実漁獲尾数)
(漁獲物中ののぞきで観察された個体の数)/(のぞきによる資源尾数)

となるので，左辺の $r, f$ の定義にふさわしい。ただし，$r$ は，$N'$ または $(N-C)'$，したがつて $N$, の大きさにかかわらず常にひとしいことが必要である。

## 資料及び観測法

1957 年 6 月 14～15 日，同年 8 月 1～2 日の 2 回にわたつて調査区の第Ⅰ，第Ⅱ区に属する数点の淵で観測を行つた。これらの淵はいずれも 150cm より浅い水深を示し，せいぜい 80cm 以浅であることが普通である。広さは一般に 3m×4m 以内であるので，水中に立ち，水面にかがみこんで淵の中の放流マスの小群の尾数を目視により数えることができる。はじめ観測地点のマス稚魚個体群の移出と，他からの移入をモジアミで遮断した後，観測地点のマス稚魚個体群の大きさを観測する。その後，高さ 120cm，巾 8m 程度の簡易なマキアミを用いて観測地点を 6～7 人で網の底が，河床から浮くことのないようにして，観測地点の一端から他端へ巻きしぼつてゆく。これを数回くりかえし，漁獲が不可能になるまで漁獲をつづけ，漁獲物は観測中の淵へもどさない。漁獲終了後，再びのぞき眼鏡を用いて精細に淵に残存したマス稚魚の尾数を目視により数える。

## 結　　果

### 1. 淵ごとに算出された $r$ および $f$

観測資料と，式 (1), (2) により算出された $r, f$ の値，及びこれらの値から計算された観測地点ごとの資源尾数を Table 1. に示す。

これによれば，次の事実が明らかである。

i) 淵ごとの発見数は，資源尾数より大きいことも小さいこともある。

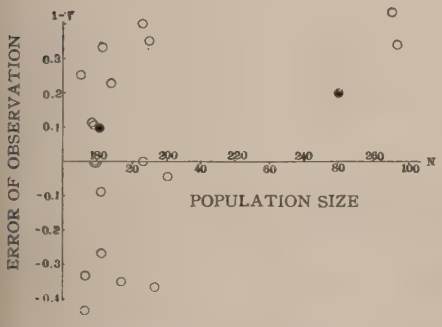
**Table 1.** The values of $r$, $f$ and $N$ measured, 1957.

| Date | Survey sections | Station observed* | Fishing method | Data** | | | Results** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $N'$ | $C$ | $(N-C)'$ | $r$ | $f$ | $N$ |
| 6. 14 | II | A 14 | Circle net | 53 | 68 | 15 | 0.56 | 0.72 | 95 |
| | | B 14 | | 37 | 27 | 0 | 1.37 | 1.0 | 27 |
| | | A 13 | | 23 | 23 | 0 | 1.0 | 1.0 | 23 |
| 6. 15 | I | A 9 | do. | 64 | 91 | 4 | 0.66 | 0.94 | 97 |
| | | A 6 | | 23 | 17 | 0 | 1.35 | 1.0 | 17 |
| 8. 1 | II | A 14 | do. | 31 | 29 | 1 | 1.04 | 0.97 | 30 |
| | | B 17 | | 7 | 8 | 0 | 0.88 | 1.0 | 8 |
| | | B 14 | | 12 | 11 | 0 | 1.09 | 1.0 | 11 |
| | | A 13 | | 8 | 12 | 0 | 0.67 | 1.0 | 12 |
| | | A 12 | | 10 | 7 | 0 | 1.43 | 1.0 | 7 |
| | | A 11 | | 4 | 4 | 1 | 0.75 | 0.75 | 5 |
| 8. 2 | I | A 10 | do. | 8 | 9 | 0 | 0.89 | 1.0 | 9 |
| | | A 9 | | 16 | 23 | 1 | 0.65 | 0.94 | 25 |
| | | A 7 | | 9 | 7 | 2 | 1.0 | 0.78 | 9 |
| | | A 6 | | 15 | 11 | 1 | 1.27 | 0.93 | 11 |
| | | C 14 | | 11 | 13 | 1 | 0.77 | 0.91 | 14 |
| | | B 3 | | 9 | 6 | 1 | 1.33 | 0.89 | 7 |
| | | C 7 | | 9 | 5 | 4 | 1.0 | 0.56 | 9 |
| | | A 4 | | 14 | 20 | 2 | 0.60 | 0.86 | 23 |

* Symbols A, B and C denote the classes of size of pools, while the numericals following the order from downstream to upstream.
** As for these symbols see the abstract.

ii) その資源尾数からの偏差の資源尾数に対する比は，ほぼ $0.4 > 1-r > -0.4$ となつている。

iii) この傾向は資源尾数の大きさに，この資源尾数の範囲では，関係がない (Fig. 1)。




○…$1-r_j$ of an individua' pool, $N<100$
●…$1-r_i$ of the survey section of a day, $N>100$

$r_j$, defined as $N'/N$ is shown here as $1-r$, or $(N-N')/N$.

The black dots represent $1-r$ calculated from $\sum_j N_j'$, $\sum_j C_j$ and $\sum_j (N-C)_j'$, therefore the black dots represent the $1-r_i$ of any survey section in which the sample pools on which $N_j'$, $C_j$ and $(N-C)_j'$ observed are included.

**Fig. 1.** The change of $r$ corresponding to that of the population size of trout stocked.

## 2. 調査区としての $r$ および $f$

以上のことから，淵ごとの発見数の和としての調査区資源尾数の推定を (1), (2) 式の $N'$, $C$, および $(N-C)'$ のそれぞれに，調査区内の淵を $j$ として $\sum_j N_j'$, $\sum_j C_j$, および $\sum_j (N-C)_j'$ を代入して計算した結果は Table 2. のとおりである。

これによれば

i) $1-r > 0$ となり，系統的に原資源量を過小推定するようになるが，その程度はつよくない。

ii) Table 1. と対比すれば，$N < 30$ のとき，$1-r$ はほぼ同じ確率で正と負との価をとるが，$N \fallingdotseq 100$ の程度になると $1-r$ はつねに正である傾向をもつ。これが，個々の淵に残存するマス稚魚個体群が大きいときに，つまり，調査期間のより初期であるときに，6月 14～15 日における調査区

の $|1-r|$ を，洲をコミにした計算にもかかわらず，大きくしている理由となつていることを理解させる。

**Table 2.** Discovery rate for the whole survey section.

| Date | Survey section | $\sum N'$ | $\sum C$ | $\sum (N-C)'$ | $r$ | $f$ | $\sum N$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. 14～6. 15 | Ⅰ～Ⅱ | 200 | 226 | 19 | 0.80 | 0.91 | 250 |
| 8. 1～8. 2 | Ⅰ～Ⅱ | 163 | 165 | 14 | 0.90 | 0.91 | 181 |

## 考　　察

### 1. 見掛けの生残率と真の生残率

以上の方法によつて直接観察によりある調査区のマス稚魚の棲息尾数を知つたとき，真の資源尾数の算出は容易であるが，いちいち観察数から真値を導いて，ある時期とその後ある期間の他の時期とを比較して生残率を算出することはわずらわしい。そこで次の方法を採用した。

i) 方法: いま

$N_1$: ある時間 $t_1$ に，ある観測法により知られた，ある調査区間の資源尾数

$N_2$: $t_1$ の後で，ある時間 $t_2$ に，同じ観測法により，同じ区間で知られた資源尾数

$s_1$: $t_1 \rightarrow t_2$ の生残率

$N_1'$: $t_1$ における見掛けの，この場合のぞきによる，資源観測尾数

$N_2'$: $t_2$ における同上の資源観測尾数

$r_1$: $t_1$ における発見率，一般には，その時における資源観測尾数の資源尾数に対する比

$r_2$: $t_2$ における同上の比

$s_1'$: $t_1 \rightarrow t_2$ における見掛けの生残率

とすれば，

$$s_1 = N_2/N_1, \quad \text{また}$$

$$s_1' = N_2'/N_1' = N_2/N_1 \cdot r_2/r_1 = r_2/r_1 \cdot s_1$$

$$\therefore \quad s_1 = r_1/r_2 \cdot s_1'$$

ii) 計　算　例

① 6月15日より8月1日までの真の生残率

Table 2. より $t_1$: 6月14～15日，$t_2$: 8月1～2日とすると，$t_1 \rightarrow t_2$ の見掛けの生残率を $s_1'$ とし，真の生残率を $s_1$ とすれば，$r_1 = 0.8$, $r_2 = 0.9$ より

$$s_1 = r_1/r_2 \cdot s_1' = 0.8/0.9 \cdot s_1' = 0.89\, s_1'$$

② 8月2日以後における真の生残率

Table 1. より，8月2日以降は個々の洲の資源尾数は，5～30 をこえず，この場合前節の 2・ii) 記述された理由によつて $1-r \fallingdotseq 0.1$ (Table 2.) とすれば，$t_2$ 以後の $t_3, t_4, \cdots$ における $r_3, r_4 \cdots$ は

$$r_3 \fallingdotseq r_4 \fallingdotseq \cdots \quad = 0.9$$

$$\therefore \quad s_2 = s_2' \cdot r_2/r_3 = s_2', \quad \text{同様にして}$$

$$s_3 = r_3/r_4 \cdot s_3' = s_3'$$

すなわち，8月2日以降は $t_n \rightarrow t_{n+1}$ の期間として真の生残率は見掛けの生残率と変らないとみることができる。

③ 放流数に対するある期間後の真の生残率

放流数を $P$ とし，ほかの量については上記の記号を用いれば，$t_1$ における放流数に対する真の生残率を

$(s_1)_p$, 同じく見掛けの生残率を $(s_1)_e$ とすると,

$$(s_1)_e = N_1'/P = N_1/P \cdot r_1 = (s_1)_p \cdot r_1$$

$$\therefore\ (s_1)_p = 1/r_1(s_1)_e,\ \text{同様に}$$

$$(s_2)_p = 1/r_2(s_2)_e$$

$$\cdots\cdot$$

$$\cdots\cdot$$

そこで6月14～15日における放流数に対する真の生残は, Table 2. より

$$(s_1)_p = 1/0.8 \cdot (s_1)_e = 1.3(s_1)_e$$

同様に8月1～2日においては

$$(s_2)_p = 1/0.9 \cdot (s_2)_e = 1.1(s_2)_e$$

8月2日以降については, 前項の仮定から

$$r_3 \fallingdotseq r_4 \fallingdotseq \cdots\cdot = 0.9 \text{ としたので}$$

$$(s_3)_p = 1/0.9 \cdot (s_3)_e = 1.1(s_3)_e$$

$$\cdots\cdot$$

$$\cdots\cdot$$

$$(s_n)_p = 1.1(s_n)_e$$

すなわち, 8月2日以降は, 初期の放流数に対して真の生残は見掛けの生残の 1.1 倍とみつもられる。

## 2. 他の方法との比較

宮地・他(1957)[16]によると, 京都府宇川で, アユの棲息数を推定するときに, 河床型別に単位面積あたりアユの密度を, 潜水による目算で出し, これを河床型別の面積により引伸して推定した。遡上数の魚梯における時刻別跳飛数からのそ上実測値に対して, 1955 年は 1/2, 1956 年は 1/3 という値になつている。1955 年に対し, 1956 年の目算による密度は, 全河川の河床面積平均として 1/6 であるが, 1/2 と 1/3 の違いが, 密度と関係しているかどうかについて論ずる何らの根拠はない。

BRETT (1952)[10] によれば, 産卵地帯にそ上する sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) は, 計数のための堰牆 (fence) をそ上するものを実測計数した価に対して, 産卵地帯河床での目視による推定数は 1/3 であつた。

宮地ら及び BRETT に対して, われわれの推定の誤差は, 全調査地帯として 0.2～0.1 であるのは, われわれの場合, 抽出された淵が, アミを用いて他から切り離されたことが, ある空間内での計数のくりかえし試行を許し, これが, 目算の精度を高めるのに役立つていたと考える。

ただ, 一つの淵に非常に多くの個体が収容されていた場合に一つの淵としての推定がどの程度の誤差であるかは, 放流初期の条件における調査区全体での推定精度を明らかにするために今後実施せねばならない問題である。

**Table 3.** Corrective coefficient of survival rate.

| Survey period | $E_j$ | $\varepsilon_i$ | $k_{pt}$ | $k_{tt}$ |
|---|---|---|---|---|
| Date of stocking (5.1) | — | — | — | — |
| 6. 14～6. 15 | $0.4 > E_j > -0.4$ | −0.2 | 1.3 | 0.89 |
| 8. 1～8. 2 | $0.4 > E_j > -0.4$ | −0.1 | 1.1 | 1.0 |
| 8. 3～ | $0.4 > E_j > -0.4$ | −0.1 | 1.1 | 1.0 |

$E_j$: The error of observation of population size, $1-r_j$, at any individual pool $j$.

$\varepsilon_i$: The error of estimation of population size in any survey section $i$, or $1-r_j$ combined to make $1-r_t$.

$k_{pt}$: Corrective coefficient given to actual survival rate at time $t$ against the planted initial stock.

$k_{tt}$: Corrective coefficient given to actual survival rate at time $t_n$ against the initial population at time $t_{n-1}$.

## 結　　論

以上のべた方法とその結果とから，1957 年について，Table 3. に示した生残率の補正係数を採用することができる。

## 文　　献


1) 水産庁調査研究部研究第一課，1950：全国水産試験場事業概観，1～327，水産庁，謄写刷.
2) 黒沼勝造・斎藤　辨，1952～1957：マス放流効果試験報告，No. 1.～No. 6.，栃木県水産指導所，謄写刷.
3) NEEDHAM, P. R., 1949: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **77**, 26～31.
4) SHETTER, D. S., 1947: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **74**, 35～58.
5) MILLER, R. B., 1954: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **83**, 120～130.
6) WALES, J. H. and GERMAN, E. R., 1956: *Calif. Fish and Game*, **42** (2), 93～108.
7) NIELSON, R. S., REIMERS, N. and KENNEDY, H. D., 1957: *Calif. Fish and Game*, **43** (1), 5～42.
8) SHETTER, D. S., 1950: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **79**, 77～93.
9) EMBODY, G. C., 1928: *N. Y. Cons. Dept., Supp. to 17th Ann. Rept.*, 17～39.
10) DAVIS, H. S., 1938: U. S. Bur. Fish., Fish. Cir. 26, 1～55.
11) SCHUCK, H. A., 1948: *Prog. Fish-Cult.* **10**, 3～14.
12) ROUNSEFELL, G. A. and EVERHART, W. H., 1953: Fishery Science, its methods and applications., John Wiley & Sons., Inc., N. Y., xii＋444.; 邦訳，石崎書店，1956.
13) REIMERS, N., 1957: *Calif. Fish and Game* **43** (1), 43～69.
14) 児玉康雄，1958：本誌，印刷中.
15) 宮地伝三郎，ほか，1957：河川型とアユの生活，鮎放流基準調査報告書，京都府農林部水産課，1～23.
16) BRETT, J. R., 1952: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **8** (7), 453～468.

# 淡水魚類における個体の比成長と集団の増重量にかんする研究—I.

## 池中飼育ブラウンマスにおける比成長の変動，ならびに群としての平均比成長と個体の比成長との関係*,**

児　玉　康　雄
(淡水区水産研究所)

## Studies on the Specific Growth of Freshwater Fishes Referring to the Weight Increase of Individual and Population—I.

### Variation of the specific growth and the relation between the average and the individual specific growth by a small population of the brown trout (*Salmo trutta L.*) reared in pond.

Yasuo Kodama
(Freshwater Fisheries Research Laboratory)

The author intended to make clear the variation of the specific growth of an individual fish ($R_2$) in a population and to compare the specific growth of the population ($\bar{R}_1$) with the average ($\bar{R}_2$) of the $R_2$'s obtained. The brown trout measuring eighteen with each fish marked by different tag, were reared in a small pond from July 2 to Augst 28, 1957, and total length of each fish was measured during the course. The results were obtained as follows: 1) although it was recognized that $\bar{R}_2$ did not coincide with $\bar{R}_1$ arose from formula (2) and (3) respectively, their difference was very small (Table 1). 2) It was observed that the larger the length of fish, the larger the $R_2$ obtained, and producing a linear relation between them in each of the two periods of growth (Figs. 1 and 2). If the linear relation was expressed as $R_2 = b\gamma + a$ (where $\gamma$ means the representative of the length of a fish in one growth period), then it may be possible to connect $\bar{R}_1$ with $\bar{R}_2$ through the formula (5). The $\hat{\bar{R}}_2$ in Table 1 also derived from (5) actually produced precise estimate of $\bar{R}_2$. 3) The fact of positive correlation existing between $R_2$ and the length of fish will result the increase of the variation in the length in accordance with the growth of fish. Of population in natural body of water we would expect a more complicated relation existing between $R_2$ and the length of fish than in the present case of confined water. The writer's another experiment of fingerling rainbow trout stocked in a mountain brook well demonstrated the fact, the variation of length of fish being extremely high and increase with the growth of fish.

## 序　　言

我々は 1957 年の春に神奈川県の中津川に注ぐ一つの沢に放流したニジマスおよびカワマスの放流後の生活の諸状態を評価する一つの方法として，その成長の追跡を使つている（小野寺，1958）.

従来魚類の成長は数多くの方法で表現されており，その一つとしての比成長 (Specific growth) も古くか

1958 年 7 月 31 日受理

* 淡水区水産研究所業績　第 68 号

** この要旨は昭和 33 年度日本水産学会年会で報告された。

ら使われている (BERTALANFFY, 1938; VASNETSOV, 1953 外)。ひとつには比成長の定義が成長を理解する上に妥当であると考えられることと，VASNETSOV によつて生物学的な意味づけが与えられていることから我々は放流魚の成長を主に比成長によつて検討することにした。

放流魚の集団の個体成長を対象とするとき，通常は各再捕時の標本平均を通じて群としての平均を推定する。しかし一つの集団の中でも個体の成長は均一でないので，群としての成長の傾向と集団内の個体の成長が一般に示す変動の幅とがどのような関係にあるかということは，特に集団の生活との関連から興味ある問題であると思う。LARKIN *et al* (1950) は集団内の個体の大きさの変動と，群としての平均的な成長の比較から，個体の餌に対する競争の度合を判定する可能性を既に示しているが，まだ結論的であるとはいえないようである。

著者は集団内の個体の比成長のちらばりについて具体的な知見を求め，更に群としての平均比成長と，個体の比成長の平均との対比を行うことを目的として，一年魚のブラウンマスの池中飼育による成長追跡を行つた。

稿を始めるに当り，淡水区水産研究所河川部長小野寺好之氏の終始変らぬ助言と鞭撻に感謝するとともに，貴重な示唆を与えられた同所所長黒萩勝造博士，町田喜昌博士，白石芳一氏ならびに東海区水産研究所田中昌一氏の方々に対して深謝する次第である。

## 方　　法

池中で飼育されている集団の中の個々の魚に互いに区別できる標識をつけ，一定期間後に全個体を測定して個体毎の比成長を求める。この比成長の平均を求め，別に各測定時の平均によつて群としての平均比成長を求める。そしてこの二つの平均比成長の対比と，個体の比成長と個体の大きさとの対比を行う。

## 実 験 材 料

東京水産大学大泉実習場で 1956 年 2 月 15 日に孵化した一年魚のブラウシマス (*Salmo trutta L.*) 153 尾を 1957 年 4 月 23 日に淡水研の池に収容し，その一部を放流に使い，残りの 30 尾を実験に使つた。

直径 5 mm のセルロイド円板を細い銅線で魚体の脊びれ後方にゆるく結びつけ標識とした。板の色と形と，その上に刻んだ点の数で 36 通りの区別ができるようにした。しかし実験期間中に 12 尾の標識が落ちたので，成長の傾向をつかみえたのは 18 尾にとどまつた。

魚はコンクリートの池に入れ湧水で飼育し，1 日 2 回およそ体重の 5% の餌(蛹粉 1: 仕上糠 1) を直径 1～1.5 cm の団子に作つて散布した。餌には少量の生野菜を加えた。しかし，残餌の測定は行わなかつた。

7 月 2 日に測定と標識を行い，8 月 6 日および 28 日に測定した。本稿では専ら全長について検討した。それは全長が体重に比べると測定誤差および変動が小さいためである。体長・体重関係が安定していれば，全長の比成長によつて体重の比成長におきかえることも出来ると考える。

## 結　　果

比成長は $\frac{1}{x}\cdot\frac{dx}{dt}$ ($x$: 全長, $t$: 時間) で定義される。ここでは

$$2\Delta/t\gamma \quad \cdots\cdots (1)$$

を以て比成長を示すこととする。

但し，時刻 $t_0, t_1$ ($t_1 = t_0 + t$) における全長を $x_0, x_1$ としたときに $\Delta = x_1 - x_0$, $\gamma = x_1 + x_0$ であるとする。

### 1. 個体の比成長の平均と群としての平均比成長との対比

比成長として (1) を使うときの群としての平均比成長 (これを $R_1$ とする) と個体比成長の平均 ($R_2$ とする) はそれぞれ次の (2) と (3) で示される。

$$\bar{R}_1 = 2\bar{\Delta}/t\cdot\bar{\gamma} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$\bar{R}_2 = \frac{2}{t \cdot n} \sum_{1}^{n} \Delta_i / \gamma_i \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

ここに，$\Delta_i, \gamma_i$ は個体の $\Delta, \gamma$ を，また $\bar{\Delta}, \bar{\gamma}$ は集団内の個体の $\Delta_i, \gamma_i$ の平均を示す。後者は $\bar{x}_1 - \bar{x}_0$ と $\bar{x}_1 + \bar{x}_0$ から求められる。

(2) 式と (3) 式の結果は勿論一致しないが，$x_{0i}, x_{1i}$ の変動が著しくない場合には，$\bar{R}_1$ と $\bar{R}_2$ との差は小さい筈である。

**Table 1.** Values of the two kinds of the specific growth in total length of eighteen brown trouts reared in pond, 1957.

| Date | Jul. 2 | Aug. 6 | Aug. 28 |
|---|---|---|---|
| Average of total length, cm | 13.6 | 15.5 | 16.7 |
| Coefficient of variation of total length | 0.177 | 0.183 | 0.187 |
| $\bar{R}_1 \times 10^3$, cm/cm/day | 3.79 | 3.33 | |
| $\bar{R}_2 \times 10^3$, cm/cm/day | 3.74 | 3.24 | |
| $\hat{\bar{R}}_2 \times 10^3$, cm/cm/day | 3.71 | 3.21 | |
| Variance of $R_2$ | 0.69 | 0.52 | |

Remarks:

$\bar{R}_1$: Specific growth estimated from the averages of the total lengths at the beginning and the end of the period (specific growth of population as a whole).

$\bar{R}_2$: Average of the specific growth of the individual fish.

$\hat{\bar{R}}_2$: Estimate of $R_2$ by the formula (5) given on page 438.

8月6日および 28 日の2回に亘つて測定した 18 尾のブラウンマスの全長値から (1) によつて個体の比成長を求め，(3) によつてその平均を求める。又 (2) によつて平均比成長を求める。両者の値は Table 1 に示すようになつた。すなわち，$\bar{R}_1$ は $\bar{R}_2$ より大きいが両者の差は僅少である。結局，個体の成長の平均的傾向をこの例では群としての平均成長によつて代表させることが出来るといえるだろう。

### 2. 個体の比成長と全長との関係

一つの集団の中で個体の比成長と全長とが示す関係は，魚種，発育段階，環境とくに種内または種間の関係等のちがいによつて変るだろう。そして個々の例についてこの関係を確かめていくことは集団の生活を研究するために大切な手がかりを与えるものとなるだろう。

18 尾のブラウンマスの個体毎の成長の経過と，個体の比成長の値の 18 尾内での組成を Fig. 1 に示した。比成長の値の平均は第1期間（7月2日～8月6日）の方が第2期間（8月6日～28日）よりも大きい(Table 1)が，両期間のちがいは Fig. 1 (A) に見るご

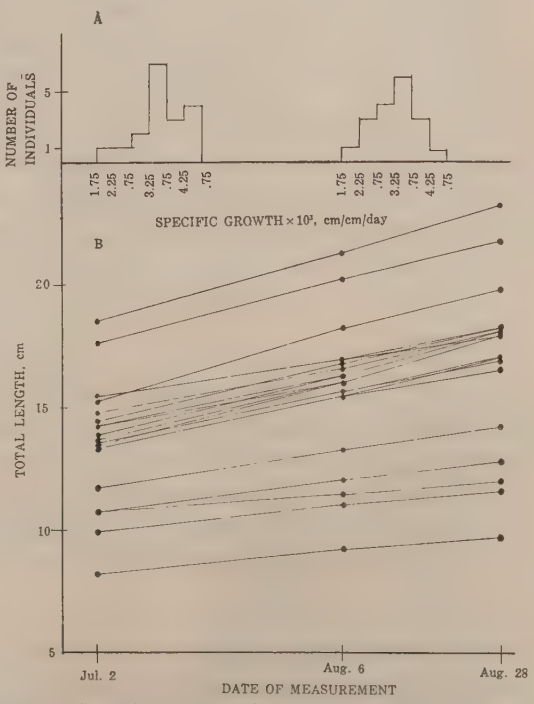



**Fig. 1.** Growth of total length of eighteen brown trouts in a pond, 1957 (B), and in (A) the composition of individual specific growth in the two growth periods (July 2 to Aug. 6, and Aug. 6 to Aug. 28, 1957)

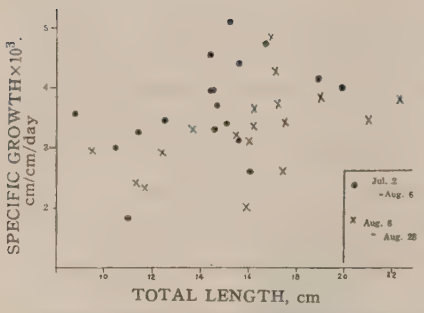



**Fig. 2.** Relation of the individual specific growth with the total length of the individual in the first and the second growth period. The specific growth of individual was calculated from the one half of the sum of the total length measured at the beginning and the end of one period.

とく，第1期間の方が第2期間に比べて比成長の大きい個体の比率が高いことによるようである。また同図 (B) によれば，7月2日に小さかつた個体は8月 28 日にも比較的小さく，大きかつたものは大きい。つまり一部の個体がほかのものを追いこして大きくなるということは見られない。これら 18 尾の成長は比較的均一な経過を辿つたようである。前項で示したように $\bar{R}_1$ と $\bar{R}_2$ の差が小さかつたことはこの均一さによるのだろう。

個体の比成長と全長との関係は Fig. 2 に示した。この図において比成長の全長に伴う変化は個体の成長に伴う比成長の変化を示すものではなく，それぞれの期間内における個体成長の不均一さを示すものである。ここで全長として $x_0$ そのものを使つても結果がいちじるしくちがうことはないが，比成長の算出過程とそろえるために (1) 式に示した $\gamma/2$ を使つた。

この図によると両期間の何れの場合でも全長が大きくなるに従つて比成長は増加するようである。全長の中位の部分すなわち第1期間で 15 cm，第2期間で 17 cm 位のところで比成長がそれ以上の全長値の場合よりも大きい値をとるように見えるが，これはその附近でとくに例数が多いために比成長値の変動の幅が他より大きくなつたためにすぎない。そこで今一応全長と，それに応ずる比成長の間で回帰直線を求めてみると

$$10^3 \cdot R_2 = 0.128\,(\gamma/2) + 1.863 \cdots\cdots \text{第1期間}$$
$$10^3 \cdot R_2 = 0.111\,(\gamma/2) + 1.530 \cdots\cdots \text{第2期間}$$

を得る。しかし比成長の個体変動が大きい (Table 1) ので，18 尾という少数の例では，いずれにしろ有効な回帰の推定は困難であり，回帰係数の有意性を測る $t$ の値がそれぞれ 1.98 および 2.40 となる。後者は 5% 点 2.12 を僅かにこえるが，前者はそれに幾分達しない。

もしも一つの成長期間内に個体の比成長 ($R_2$) と全長との間に近似的にせよ $R_2 = a + b\gamma$ という直線関係がなりたつものとすれば，このとき

$$\bar{R}_1 = \frac{2b}{t}\left\{\sum \Delta_i / (\sum R_{2i} - na)\right\} \quad \cdots\cdots(4)$$

となり，これから

$$\hat{\bar{R}}_2 = (2b \sum \Delta_i / n\bar{R}_1 \cdot t) + a \quad \cdots\cdots(5)$$

がみちびかれる。そして，$\bar{R}_1$ が判つていて，さらに部分的な観察で $a$ と $b$ が有効に推定されているときには，(5) によつて $\bar{R}_1$ から $\bar{R}_2$ を推定できる。そして，$a$ と $b$ の推定精度が高いときには，$\bar{R}_2$ を $\bar{R}_1$ そのもので代表させるよりはこの $\hat{\bar{R}}_2$ によつて代表させる方が精度がよくなるだろう。

ブラウン・マスの例では Table 1 に示したように $\hat{\bar{R}}_2$ が第1期間で $3.71 \times 10^3$ cm/cm/day，第2期間で $3.21 \times 10^3$ cm/cm/day となつて，$\bar{R}_1$ に比べると一層 $\bar{R}_2$ に近い値が得られる。

## 考　　察

この種の観察では期間の全体に亘つて個体の識別が保たれている必要がある。残念ながら今回の実験では標識の脱落が多く，このため成長を追跡できた個体は 18 尾にとどまつた。標識の脱落には鋼線が切れた場合がとくに多かつた。池で魚が他の個体の標識をねらおうと餌をつついまわしているような行動を時々観察された。鋼線が切れることにはこういう行動も関係しているだろう。したがつて今回のように成長したマス類を使う場合には，上皮組織または鱗の標識，たとえばラテックス注入 (CHAPMAN, 1957) をとり入れる必要

があるだろう。

個体の比成長と全長の関係がわかると，実例で示したように $\bar{R}_1$ と $\bar{R}_2$ を結びつけることができる。比成長と全長との間には，無相関，正の相関，負の相関，さらに中間で凹みまたは凸となるような関係等を概念的に分けることができる。そしてそれぞれの場合に，その成長期間内では個体の大きさと成長速度との関係が異ることになる。今回の実験では，両期間のいずれにおいても正の相関関係がなりたつような傾向があつた。このことはこの例では大型個体がより急速に成長を続け，集団内の個体の全長差は拡大し，全長の変動が成長に従つて大きくなるという関係をもたらすだろう。実際に Table 1 によると全長の変動係数は7月2日，8月6日，28 日と順に大きくなつている。

この例では構造の単純なコンクリート池に魚を入れて大きさの比較的揃つた餌を大体一様にまき与えている。したがつて競争の存在は否定できないとしても集団内の個体が餌をとる機会は自然集団の場合に比べるとはるかに平等になつている筈である。このように考えると，自然の条件下にある集団では成長の個体差がこの例よりもずつと強く現われる可能性があるだろう。一例として 1957 年5月1日に中津川に注ぐ沢に放流し，その後淵の巻網で再捕されたニジマス0年魚の全長の変動係数を著者の未発表資料から抜き出してみると，

| 測定月日 | 5月1日 | 6月15日 | 8月1日 | 11月7日* |
|---|---|---|---|---|
| 全長平均,cm | 6.3 | 7.5 | 9.5 | 14.6 |
| 変動係数 | 0.064 | 0.107 | 0.180 | 0.254 |

(* この分だけは釣りで再捕したもの)

となる。この場合はブラウンマスの飼育実験の場合と異り出水による流出などによつて測定日毎にポピュレーションの内容が幾らかずつは変化することをまぬがれない。しかしいずれにしろブラウンマスの飼育例に比べると全長が相対的に小さいにもかかわらずその変動は大きく，しかも成長と共にいちじるしく増加する。そしてこの場合には餌料に対する競争が実際に観察されている（小野寺，未発表）。

なお，第1期間（7月2日～8月6日）の比成長が第2期間（8月6日～28日）の比成長に比べて値が大きいことについては，第2期間で飼育上に何らかの欠陥があつたためではないかという怖れがある。そして，Fig. 1 の (A) に示した比成長の組成を両期間で比べると，第2期間では比成長の大きいものの率が減少しており，さらに Fig. 1, B によると，第2期間でも比成長の小さいのは，全長の小さい個体に多い。これらのことから考えると，第1期間に比べて第2期間の比成長が小さいことがブラウン・マスの成長のタイプを反映しているというよりは飼育上の何等かの問題によるのではないかと思われるが，しかしながらこの点については一層よく管理した実験で改めて検討しなければならないだろう。

Hamai (1941) はコイの成長にかんする実験的な研究によつて個体成長に周期性があること，そしてその周期性には個体間で著るしい相似性があることを見出している。また Vasnetsov (前出) は比成長がそれぞれの発育段階でかなり特有な値を示すことを指摘し，そのことの生物学的な意義をとくに種間関係における意義という面を中心にして論じている。さらに清水 (1957) は個体の成長経過を追う場合には標本平均(体または部分の大きさの) を追う方法だけでなく，それぞれの個体の成長を追う必要があるとのべている。しかしながら以上の考察から，さらに考えると，これらの見解も集団の構成，他種との相互関係を中心として，環境との関連において今後さらに検討を加えることが必要であると考える。

## 要　　結

1) ブラウン・マス一年魚に個体標識をつけて7月2日，8月6日，同 28 日の3回測定し，個体の全長の比成長を求め比成長の個体変動を明らかにし，また群としての平均成長 ($\bar{R}_1$) と個体比成長の平均 ($\bar{R}_2$) を対比することを試みた。

2) $2\Delta/t\cdot\gamma(\Delta = x_1 - x_0,\ \gamma = x_1 + x_0)$ によつて比成長を示すと，$\bar{R}_1$ と $\bar{R}_2$ は両者を示す式 (2), (3) の

比較から互いに一致しないことが判つた。しかしその差は本例の場合が示すように通常は非常に小さいものと考える。

3) 本例では個体の比成長と全長との間にはある一つの成長期間内では大まかにいつて正の相関関係が成り立つた。このことは成長に伴つて変動の増加をもたらすようである。そして自然集団では競争，ホモレーションを構成する個体の移動，死亡などによつて比成長と全長との間には一層複雑な関係が存在するものと予想される。

4) あるはんいの成長期間内で比成長が全長と直線関係をもつときはその関係を使つて $\bar{R}_1$ と $\bar{R}_2$ の関係を記述することができる。この考えかたによつて $\bar{R}_1$ から $\bar{R}_2$ の推定値としての $\hat{R}_2$ を求めたところ $\bar{R}_1$ 自身に比べ一層 $\bar{R}_2$ に近い値を得ることが出来た。

5) この例では最初の測定期間の比成長が次の期間に比べて高い値を示した。現在のところその原因を確かめることが出来ないが，これが直ちにブラウン・マスー年魚の成長のタイプを反映しているものとは考え難いようである。

6) 最後に個体の成長の平均的な経過も，集団の群としての成長経過も，集団を構成する個体の成長の相互関係を考慮に入れて検討する必要があるだろう。

## 文　　献


1) von BERTALANFFY, L. (1938): Human Biology, **10** (2), 181～213.
2) CHAPMAN, D. W. (1957): Progr. Fish. Cult., **19** (2), 95～96.
3) HAMAI, I. (1941): Sci. Rept. Tohoku Imp. Univ., 4 th ser., **16** (1), 17～89.
4) LARKIN, P. A., ANDERSON, G. C., CLEMENS, W. A. & D. C. G. MACKAY, (1950): "The production of Kamloop trout (*Salmo gairdnerii kamloops*), in Paul Lake, British Columbia", 37 pp. Univ. B. C. press.
5) 小野寺好之 (1958): 本誌，24 (6・7).
6) 清水三雄 (1957): "動物の成長"，北隆館，154 頁.
7) VASNETSOV, V. V. (1953): Rept. Gen. Probl. Ichthyol., 218～226 (Acad. USSR, in Russian)

# 挿核施術に使用する外套膜片（ピース）の採取部位によるアコヤガイの養殖真珠の品質の相違について

宮村光武・牧戸二彦
（三重県水産試験場伊勢湾分場）

# Quality of the Pearl Examined in Association with the Graft Tissues taken from Various Parts of the Mantle

Mitsutake Miyamura and Tsugihiko Makido
(Ise Bay Branch, Mie Prefectural Fisheries Experimental Station)

In pearl culture, a graft tissue cut from the mantle of a pearl oyster is inserted into the body of the oyster together with a nucleus. The aim of the present experiments was to examine whether or not anatomical parts of the mantle from which graft tissues had been taken would have any effect on the quality of the pearl developed later in the body.

In the experiments the graft tissue was obtained from different sides of the mantle, the right and the left, each side divided into series of A, B, and C, with subdivisions I, II, and III (Fig. 1). The operated oysters were cultured in an area of Ago Bay for about four months till December 1954. The subsequent inspection, comparing the developed pearls in association with the graft tissues from the specific areas revealed:

1. In producing thicker layers of the pearl in term of weight, the graft tissues from the right side of the mantle was better than the ones from the left; A series of the tissue were as good as B series and better than C, the tissues from area III were the best followed by the tissues from areas II and I in this order (Table 1).

2. The occurring frequency of colored pearls differed between the graft tissues from each other side of the mantle, but did not among the tissues from other subdivisions of the mantle (Table 3).

3. The occurring frequency of lustrous pearls varied between these tissues compared with each other: A and C, III and II, III and I; but no differences was apparent between any other pair of the comparison.

## 緒　　言

養殖真珠の品質に及ぼす要因として，種々のことが考えられるが，挿核施術のさい用いる外套膜片（ピース）の採取部位もその一つである。

現在真珠養殖業者が細胞貝**から外套膜を切りとつている位置について，小林[1]はアコヤガイ貝殻の再生より，三重県水産試験場[2]は Ca の貝殻への沈着状況より，何れもそれが当を得ていること，及び外套膜の部位によつて真珠質の分泌力の異ることを報告しているが，品質との関係についての実証的な研究は非常に少いようである。

筆者らはピースとして使用する外套膜を9部位に分けて採取し，これらのピースを挿核施術に用いた場合の真珠の巻，色及び光沢について一二の知見を得たので報告する。

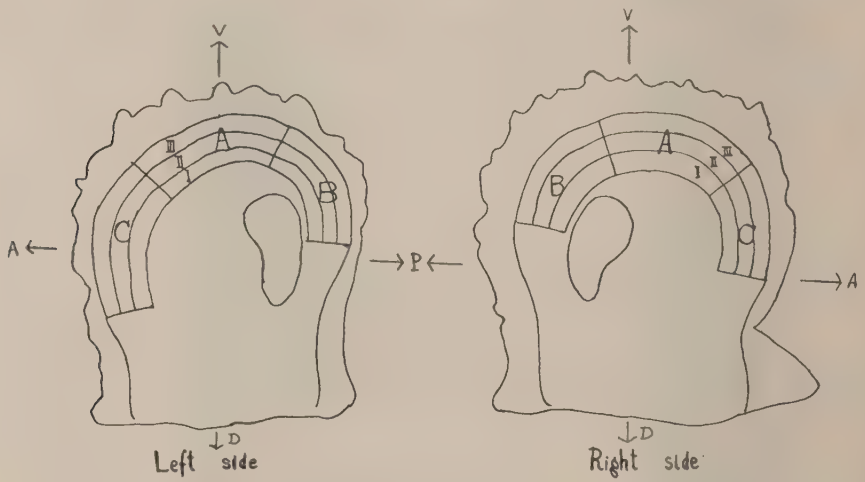
1958 年 7 月 31 日受理
* 本試験は三重県水産試験場（本場）が昭和 29 年度事業として行つたものである。
** 外套膜片を取るアコヤガイ

## 実験材料及び方法

### 1. 材　　料

a) 母貝，細胞貝.　1952年英虞湾において採苗，三重県志摩郡浜島町弁天島と三重県水産試験場養殖場で育成した2年生アコヤガイ *Pinctada martensii*, (DUNKER) を用いた。

b) 外套膜片（ピース）の採取.　現在一般に養殖業者が採用する範囲をとり，右側及び右側の外套膜をそれぞれ Fig. 1 に示すように A・B・C, Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの9部位に区分した。なお各部位の区別を明確にするため，A・B・C 間はピース 3～4 ケ分，Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ間は約1ケ分のぞいて採取した。




A: Anterior. V: Ventral. P: Posterior. D: Dorsal.

**Fig. 1.** Anatomical positions of the mantle from which the graft tissues were taken.

c) 核.　真珠の重量測定には，核の重量を一定にする必要があるが，使用する核の重量をいちいち計量することが困難なので，核重量と比例関係にある核の直径をミクロメーターを用いて測り[3]，3700$\mu \pm 10\mu$ (約 74mg) のものを撰別して使用した。

### 2. 挿核，育成

1954年8月2・3・4日 (2.5日間) 技術員3名とピース採取者1名により1貝につき袋入れ1ケ，浮かし1ケ，計2ケの核を挿入し，10日間静養のために仮帰した。その後，1籠にピースの同一部位について，各技術員の挿核した貝を 10 ケづつ計 30 ケ収容したものを3籠，計 54 籠とし，水産試験場養殖場に 1.5m の深さに垂下，約4ケ月養殖した。

### 3. 採珠及び品質の判定

1954年12月籠別に真珠を採取し，塩水，石鹸水，清水で洗つた後，乾燥し，白珠，後巻珠，著しい疵，突起珠を除いた 2074 ケの白珠について1個毎に重量，黄色系統，ピンク系統（ピンクの少しでも入つているもの）及びその他に分け，又光沢の優れたものと，そうでないものとに分けた。これらは着色者が肉眼で鑑定した。

## 結　　果

### 1. 真珠の重量（巻）

外套膜の各部位をピースに使用した真珠の重量は Table 1 に示す通りで，これを二元配置法によつて計算すれば，分散分析表は Table 2 のようになり，左側，右側の外套膜及びその区分した A・B・C, Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ

**Table 1.** Mean weight of the pearls produced by the graft tissues.

| Part of mantle piece \ B·N | | Right side | | | | Left side | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | $\bar{x}$ | A | B | C | $\bar{x}$ |
| I | 1 | 114.5 | 112.8 | 113.7 | | 108.1 | 102.5 | 101.6 | |
| | 2 | 109.3 | 116.8 | 105.9 | | 104.3 | 101.1 | 106.2 | |
| | 3 | 127.4 | 113.1 | 113.9 | | 109.3 | 106.6 | 105.6 | |
| | $\bar{x}$ | 117.1 | 114.2 | 111.2 | 114.2 | 107.3 | 100.8 | 104.5 | 104.2 |
| II | 1 | 114.2 | 130.2 | 120.6 | | 109.0 | 108.9 | 105.8 | |
| | 2 | 118.7 | 117.0 | 114.8 | | 114.8 | 115.3 | 104.5 | |
| | 3 | 120.0 | 114.6 | 113.0 | | 108.9 | 108.5 | 110.9 | |
| | $\bar{x}$ | 117.6 | 120.6 | 116.1 | 118.1 | 110.9 | 110.9 | 107.1 | 109.6 |
| III | 1 | 122.7 | 127.4 | 122.8 | | 105.6 | 115.8 | 106.6 | |
| | 2 | 133.0 | 124.0 | 114.2 | | 121.3 | 114.9 | 111.9 | |
| | 3 | 130.3 | 126.3 | 120.5 | | 119.6 | 118.9 | 108.8 | |
| | $\bar{x}$ | 128.7 | 125.9 | 119.2 | 124.6 | 119.2 | 116.5 | 109.1 | 114.9 |
| $\bar{x}$ | | 121.1 | 120.2 | 115.5 | 118.9 | 112.5 | 109.4 | 109.6 | 109.6 |

Unit: mg B.N: Basket Number.

の部位とも1%の危険率で有意の差が認められる。

A·B·C, I·II·IIIの各々の間の差を1%の危険率で検定すると，A·Bの間には差がなく，B·C, A·C, I·II, II·III, III·Iには夫々有意の差が認められた。

これは右>左，A=B>C，III>II>Iの順に巻がよいことを示し，小竹・河村[4]の報告及びアコヤガイ貝殻形成力の勾配[1]とよく一致する。

**Table 2.** Analysis of variance of the weight of the pearls.

| Factor | Sum of squares | *d.f.* | Variance | Variance ratio |
|---|---|---|---|---|
| R·L | 121,532.66 | 1 | 121,552.66 | 69.412** |
| A·B·C | 25,447.81 | 2 | 12,723.91 | 6.46** |
| I·II·III | 82,194.14 | 2 | 41,097.07 | 20.87** |
| Error | 84,543.09 | 48 | 1,761.31 | |
| Total | 313,737.70 | 53 | | |

*d.f.*: Number of degrees of freedom.

## 2. 真珠の色

真珠の色の出現率は Table 3 に示す通りである。

**Table 3.** Occurring frequency of colored pearls by the graft tissues.

| Part of mantle piece \ Color | R | L | A | B | C | I | II | III |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yellow | 360<br>39.2% | 472<br>42.6% | 283<br>41.3% | 269<br>39.4% | 280<br>39.5% | 250<br>41.3% | 286<br>39.7% | 246<br>39.5% |
| Pink | 352<br>36.4% | 355<br>32.0% | 211<br>30.8% | 231<br>33.9% | 265<br>37.4% | 203<br>33.6% | 236<br>32.7% | 268<br>35.8% |
| Others | 255 | 280 | 190 | 182 | 163 | 151 | 199 | 185 |
| Total | 937 | 1107 | 684 | 682 | 708 | 604 | 721 | 749 |

Table 3 より，左右外套膜及び各部位のピースによつて色の出現率に差があるかどうかを，$\chi^2$-法によつて検定すれば Table 4 の通りで，左側と右側の外套膜においては 5% の危険率で有意な差が認められるが，A・B・C 及び Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ の間には差は認められなかつた。このことは，左側外套膜より，右側外套膜のピースの方が，ピンク色のかかつた珠が多く，黄色系統の珠が少いことを示しているが，外套膜のどの部位をピースとしても色の出現率には差がないことになる。

**Table 4.** Chi square test of occurring frequency of colored pearls.

| Factor / $\chi^2$ | R・L | A・B・C | Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ |
|---|---|---|---|
| $\chi_s^2$ | 8.945 | 8.183 | 2.658 |
| *d.f.* | 1 | 4 | 4 |
| $\chi_0^2$ (0.05) | 5.991 | 9.488 | 9.488 |

*d.f.*: Number of degrees of freedom.

**Table 5.** Occurring frequency of lustrous pearls by the grafted tissues.

| Part of mantle piece / Luster | R | L | A | B | C | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Good | 119<br>12.3% | 121<br>10.9% | 95<br>13.9% | 79<br>11.6% | 66<br>9.3% | 43<br>7.1% | 81<br>11.2% | 116<br>15.5% |
| Not good | 848 | 986 | 589 | 603 | 642 | 561 | 640 | 633 |
| Total | 967 | 1107 | 684 | 682 | 708 | 604 | 721 | 749 |

### 3. 真珠の光沢

外套膜の左右及び各部位 A・B・C, Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ について，優秀光沢真珠の出現率をみると Table 5 に示す通りである。

これを $\chi^2$-法により検定すると，Table 6 の通りで，外套膜の左右については差は認められないが，A・B・C 間には 5% の危険率で，Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ 間には 1% の危険率で有意の差が認められた。

**Table 6.** Chi square test of occurring frequency of lustrous pearls.

| Factor / $\chi^2$ | R・L | A・B・C | Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ |
|---|---|---|---|
| $\chi_s^2$ | 0.825 | 7.046 | 19.97 |
| *d.f.* | 1 | 2 | 2 |
| $\chi_0^2$ (0.05) | 3.841 | 5.991 | |
| $\chi_0^2$ (0.01) | | | 9.210 |

A・B・C, 及び Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ の各々の出現率を検定すると，A・B, B・C, Ⅰ・Ⅱ の間に差はなく，A・C, Ⅱ・Ⅲ, Ⅰ・Ⅲ の間に有意な差がみられた。

以上の結果を綜合するとピースの採取はⅢの部位，即ち出来るだけ外套膜の先を帯状に切り，A の部位及び B の部位を主とし，C の部位は出来るだけさけた方が良い品質の真珠が生産されるのではないかというように考えられる。但し余り先端を切り取ることに意を用いすぎて，外套膜縁を切り込むと稜柱珠の出来る原因となるから注意を要する。

## 要　　約

アコヤ貝の挿核施術に使用する外套膜片を左右外套膜についてそれぞれ A・B・C, Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ (Fig. 1) に区分して採用し，1954 年 8 月から 12 月迄養殖した後，真珠の品質について検討した結果

1. 真珠の巻は，右＞左，A＝B＞C，Ⅲ＞Ⅱ＞Ⅰ の順によかつた。
2. 真珠の色の出現率は，右・左で差はあつたが，A・B・C, Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ の部位では差はなかつた。
3. 優秀光沢の出現率は，A・C, Ⅲ・Ⅱ, Ⅲ・Ⅰ の間に差がみられたが，他の部位には差がなかつた。

## 文　　献

1) 小林新二郎: 真珠の研究, **2**, 1～2, 40 (1951).
2) 三重県水産試験場: 時報, 169, 18 (1952).
3) 渡辺哲光: 真珠の研究, **2**, 1～2, 32 (1951).
4) 小竹子之助・河村光保: 本誌, **23**, 7～8, 366 (1957).

# 鯨目 *Mesoplodon* 属に加うべき一新種について

西脇昌治・神谷敏郎
（鯨類研究所） （東京大学医学部解剖学教室）

## A Beaked Whale *Mesoploeen* Stranded at Oiso Beach, Japan

Masaharu Nishiwaki and Toshiro Kamiya

A beaked whale that belongs to the genus *Mesoplodon* stranded on 22 Sept. 1957 at Oiso Beach, Sagami Bay, near Tokyo. Skull, vertebral column (**C 7 + D 10 + L 10 + Ca 21 = 48**), and chevrons (11 in number) were collected in a complete set. Four distinctive characters from skull and mandibular are taken into special consideration in classifying the species of *Mesoploden*, and a key to the species of this genus was summarized basing on these characters. The authors concluded to settle for this specimen a new species and nominated as *Mesoploden* **ginkgodens**. The first specimen of *Mesoploden* from Japan was reported by Ogawa and identified as *M. densirostris* in 1935. It was examined again in the present work, and identified as the same species to the new specimen, viz. *M. ginkgodens*. As the space is restricted in this bulletin, the detailed report will be published in the Scientific Reports of the Whales Research Institute No. 13.

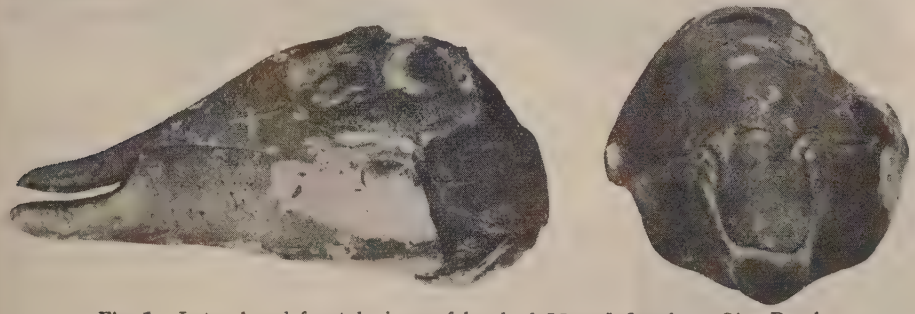


**Fig. 1.** Lateral and frontal views of head of *Mesoplodon* from Oiso Beach.

1957 年 9 月 23 日の朝刊紙に「陸上捕鯨」という見出しで，神奈川県大磯海岸に小型鯨が打ち上がり，野球をしていた人々に捕えられた記事が写真と共に掲載されていた。イワシ鯨であるという説明がついていたが，著者はその写真から不思議に思い，行方を追つて，横浜魚株式会社からその骨格の寄贈を得た。一目で世界中での珍鯨で，我が国では一例の報告があるだけの *Mesoplodon* 属の鯨である事が分り，勇躍調査に当つた。

### I. 外 部 観 察

**Fig. 1** に示すように，頭部は脂皮をつけたままであつたが，咽喉部の外皮の V 字溝の所で切り離してあつたので，この溝の詳しい観察は不能であつた。尾鰭は尾部につけたままであつたが，先端と中央部の一部が大磯で切り取られていたのは残念であつた。**Fig. 2** に示したのがそれであるが，ヒゲ鯨類の尾鰭とは大変異つた形をしている。胸鰭は右側だけが，それも肩押骨を付けずに残されていた。捕獲時の写真（江藤 仁氏撮影）を参考に，骨格と共に残された外皮から体色を判定すると，全身黒色で尾鰭や胸鰭の裏も黒い。腹側，特に臍から生殖溝にかけて，3 × 7 cm 位の白斑が多数見られたが，之は他鯨種にもよく見られる所

**Fig. 2.** Dorsal view of flukes of *Mesoplodon* from Oiso Beach.

1958 年 7 月 31 日受理

**Fig. 3.** Lateral view of vertebral column of *Mesoplodon*

謂白色傷痕と判定した。皮膚の大半は既に売却されていたが，残部には寄生生物の発見は無かった。Pennis を確認しているので雄鯨である。外部計測値は **Table 1** に示す。

## II. 骨格各部の計測

頭骨：従来学者によつて計測箇所が種々異つているが，之と比較する為多くの箇所を測定した。しかし本報告には代表的な計測値のみを **Table 2** に示す。

脊椎骨：胸椎骨の数は肋骨の存在した数としたが，解体に立会えなかつたので最後部の肋骨の確認は不確実である。V 字骨は全部完全に附着したままで採集し得たから，尾椎骨数は確実である。この様にして得た

**Fig. 4.** Dorsal view of right flipper and its X-ray photograph of *Mesoplodon* from Oiso Beach.

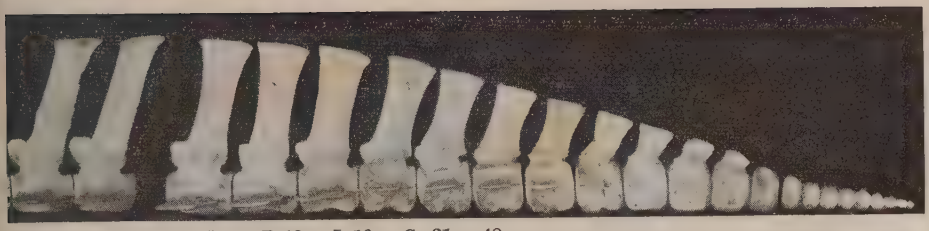
**Fig. 5.** Dorsal view of skull of *Mesoplodon* from Oiso Beach, showing the premaxillary foramina situated markedly rostral to the maxillary foramina.

**Table 1.** Measurements on the exterior of *Mesoplodon* from Oiso Beach

| | cm. |
|---|---|
| Body length | ca. 472.0 |
| Head, occipital condyles to tip of snout | 80.0 |
| Head, greatest width (opposite to the eyes) | 43.0 |
| Tip of snout to angle of gape | 40.0 |
| Tip of snout to center of eye | 51.0 |
| Tip of snout to blowhole | 49.0 |
| Distance between conical apices of both teeth | 11.5 |
| Flipper, axilla to tip | 33.0 |
| Flipper, greatest width | 13.0 |
| Tail flukes, total spread | ca. 112.0 |

**Table 2.** Skull dimension of *Mesoplodon* from Oiso Beach

| | mm. | % |
|---|---|---|
| Total (condylo-basal) length | 779 | 100.0 |
| Height, vertex to inferior border of pterygoids | 293 | 37.6 |
| Breadth across middle of orbits | 334 | 42.9 |
| Breadth of occipital condyles | 126 | 16.2 |
| Length of rostrum, from level of base of antorbital notches | 435 | 55.8 |
| Breadth of rostrum between base of antorbital notches | 205 | 26.3 |
| Greatest breadth of anterior nares | 53 | 6.8 |
| Length of mandible (median) | 665 | 85.4 |
| Length of symphysis | 184 | 23.6 |
| Distance from end of mandible to anterior end of alveolus | R 183 | 23.5 |
| Length of left tooth | 91 | 11.2 |
| Breadth of tooth (antero-posterior at crown) | 99 | 12.7 |
| Breadth of tooth (transverse at crown) | 16 | 2.1 |



from Oiso Beach. **C 7 + D 10 + L 10 + Ca 21 = 48.**

骨式は，**C 7 + D 10 + L 10 + Ca 21 = 48** である。

肋骨及び胸骨：解体時に鋸で切断し，腹側の大部は採集されなかつた。完全だつたのは右第一肋骨だけであつた。肋骨は 10 対で，その中 7 対が二頭肋骨であつた。従来の報告では二頭肋骨は 8 対となつている。胸骨は第一番の右半分の外は皆紛失していた。 RAVEN (1942) の記載の *M. densirostris* には頸椎肋骨があるが見当らなかつた。

前肢骨：右側だけ採集し得た。**Fig. 4** に X 線写真を掲載したように，指骨式は **I: 1, II: 6, III: 5, IV: 5, V: 3** である。之は従来の数と一致しない。

この他舌骨は完全に採集したが，後肢附近の痕跡骨は紛失した。以上の骨の計測値は省略する。

全部の脊椎骨の骨端板が椎体に，又，頭骨の上顎骨，間顎骨，鋤骨が互に癒合している事から，この鯨は肉体的成熟に達したかなりな高年鯨と考えられる。

## III. この鯨の分類学上の位置

1804 年 SOWERBY によつて最初の *Mesoplodon bidens* が発見されてから現在までに 9 種 (*M. mirus*, *M. hectori*, *M. europaeus*, *M. grayi*, *M. bidens*, *M. layardi*, *M. stejnegeri*, *M. bowdoini*, *M. densirostris*) が知られている。之等を分類するには頭骨及び下顎骨に現われた四つの特徴を用いるのが便利と思われる。

第 1 の特徴は，上顎骨神経孔 (maxillary foramen) と間顎骨神経孔 (premaxillary foramen) との相互位置である。**Fig. 5** の頭骨の中央の大きな孔は鼻孔であり，その前方にある 4 箇の孔がそれで，外側の孔が前者，内側の 2 箇が後者である。この鯨では，内側の間顎骨神経孔の方がずつと吻端の方に位置している事が分る。この標本と同じ特徴を有するものは前掲 9 種の中，*M. europaeus*, *M. bidens* であり，*M. layardi* は一線上又は少し前方に位置している。他の 6 種は皆上顎骨神経孔の方が吻端の方にあるか一線上に位置している。

第 2 の特徴は，頭骨を側面から見た時に (**Fig. 6**)，吻の基部の上顎骨刻門部下面から吻端に向つて走る溝線 (basirostral groove) の有無である。之は上顎歯の消滅の歴史に深い関係がある溝で，現在もこの溝線に沿つて痕跡歯の存在する種もある。この鯨ではこの溝線は発見されない。この標本と同様の特徴を示す種は *M. mirus*, *M. hectori*, *M. europaeus*, *M. bidens* の 4 種であり，他は溝線の存在を示す。しかしながらこの特徴は KELLOGG の示す様に，年齢的変化もあるので充分な注意が必要である。

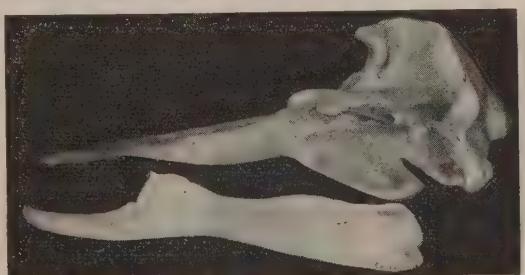


**Fig. 6.** Lateral view of skull and mandibular of *Mesoplodon* from Oiso Beach, showing the basirostral groove was absent.

第 3 の特徴は，一対の下顎歯が下顎のどの位置に存在するかである。下顎先端に位置する *M. mirus* から，最も基部に位置する *M. densirostris* まで数段階に分けられるが，この標本 (Fig. 6 下顎参照) の如く，下顎縫合線の後縁附近に位置する種は *M. grayi*, *M. bidens*, *M. layardi*, *M. stejnegeri*, *M. bowdoini* の 5 種に上る。以上の三つの特徴についてこの鯨と同一形状を示す種は *M. bidens* 1 種である。そこで次の特徴が必要となる。

**Table 3.** Key to the species of *Mesoplodon* based on distinctive characters of skull and mandibular

$1_1$ Premaxillary foramina in level or caudal to maxillary foramina
  $2_1$ Lateral basirostral groove present
    $3_1$ Lateral basirostral groove deep and conspicuous — *M. grayi*
    $3_2$ Lateral basirostral groove shallow and inconspicuous
      $4_1$ Mandibular symphysis moderate; tooth situated caudal to mandibular symphysis — *M. densirostris*
      $4_2$ Mandibular symphysis short; tooth situated near mandibular symphysis
        $5_1$ Tooth compressed in the rate of 1/3~1/4 between its thickness (transvers) and breadth (antero-posterior) at crown — *M. bowdoini*
        $5_2$ Tooth hardly compressed in the rate of 1/7 between its thickness (transvers) and breadth (antero-posterior) at crown — *M. stejnegeri*
  $2_2$ Lateral basirostral groove absent; tooth not compressed, situated at or near tip of mandible
    $6_1$ Distance from occipital condyle to premaxillary foramen about equal to greatest width of skull; mental foramen multiple — *M. hectori*
    $6_2$ Distance from occipital condyle to premaxillary foramen much less than greatest width of skull; mental foramen single — *M. mirus*
$1_2$ Premaxillary foramina rostral to maxillary foramina
  $7_1$ Lateral basirostral groove present; vertical height of rostrum less than its width — *M. layardi*
  $7_2$ Lateral basirostral groove absent
    $8_1$ Tooth situated opposite symphysis — *M. europaeus*
    $8_2$ Tooth situated caudal to symphysis
      $9_1$ Tooth compressed in the rate of 1/3~1/4 between its thickness (transvers) and breadth (antero-posterior) at crown — *M. bidens*
      $9_2$ Tooth hardly compressed in the rate of 1/7 between its thickness (transvers) and breadth (antero-posterior) at crown — *M. ginkgodens*

第4の特徴は，下顎歯の形状である。**Fig. 7** に示すようにこの標本の歯は非常に扁平である。(**Fig. 5** も参照) この様な扁平な歯は従来 *M. stejnegeri* だけしか知られていない。(*M. stejnegeri* はもっと上下に長い歯である。) そこで MOORE 其他の学者は，この鯨は *M. stejnegeri* の若いものではないかとの疑いを持つた。しかし著者らは，前に説明した様に，この鯨が老年であり，且，*M. stejnegeri* とは第1の特徴が既に大きな相違を示している事を指摘したい。歯の左右の厚さと前後の長さとの比を計測すると，この標本では約 **1/6**, *M. bidens* では **1/3~1/4** となる。

之等四つの特徴を基礎として *Mesoplodon* 属の種の分類の為の検索を作製すると，**Table 3** となる。そしてこの鯨は従来のどの種にも該当しない事となる。新種の決定はより多くの標本を検討する事が望ましいが，*Mesoplodon* 属の鯨は世界の珍鯨で標本数も少く，既に決定されている種と同等の特徴差を示す事実に於てこの鯨を新種と認め，ここに *Mesoplodon ginkgodens* イチョウハクジラと命名した。

## IV. 従来我が国で報告された *Mesoplodon* 属標本の位置

小川は，1935 年九州外ノ浦から送られた標本について，*Mesoplodon densirostris* と同定した。之が日本に於ける *Mesoplodon* 属鯨の唯一の報告であり，標本は国立科学博物館に保存されている。今回更に調査の結果，頭骨計測値（省略）のほか，**Table 3** の検索表によつて，この標本は *M. ginkgodens* と同種と認められ，前の同定者の同意も得た。従つて該標本は *M. densirostris* ではない事となつた。

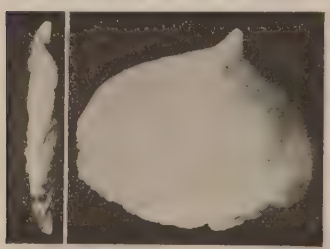


**Fig. 7.** Shape of the left tooth of *Mesoplodon* from Oiso Beach, showing its flatness (× 1/3)

本研究に当り，横浜鯨株式会社は珍鯨の骨格を寄贈して下さつた。大磯在住の江藤 仁氏は捕獲当時の撮影フィルムを貸与して下さつた。小川鼎三博士，雨宮育作博士，大村秀雄博士は終始御指導を賜つた。更に大英博物館の F. C. FRASER 博士，米国国立博物館の R. KELLOGG 博士，米国自然科学博物館の J. C. MOORE 博士，ノルウェー国立鯨類研究所の Å. JONSGARD 氏は，当方の質問に対する返信の外に多くの写真を寄贈せられた。之等多くの方々に心から厚く御礼申上げる。

尚，紙面の都合で文献その他多くの省略を行つたが，詳報は鯨類研究所英文報告第 13 号に掲載する。

# マサバ幼魚の食餌利用に関する実験的研究（続報）

高橋正雄・畑中正吉
（東北大学農学部水産学科）

# Experimental Studies on the Utilization of Food by Young Mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (Houttuyn) (continued)

Masao Takahashi and Masayoshi Hatanaka

The young mackerel were reared in a tank, fed with the known amounts of the anchovy and Euphausia. The ration and the daily growth were obtained for each individual mackerel.

(1) The relation between the ration and the daily growth can be expressed as a linear regression within the practical applications for the estimation of food consumption by the mackerel in nature.

(2) Under nearly the same sizes and the same temperatures, the anabolic rates of the mackerel in the case of giving the anchovy for food showed 0.23 to 0.30 (or 0.41 to 0.54 on calorie base) and those in the euphausid 0.17 to 0.22 (or 0.34 to 0.44 on calorie base). Thus, the former were higher than the latter.

(3) The decreasing rate of the anabolic rates in accordance with the unit growth of the mackerel was 0.0100 in the case of feed with the anchovy, while it was 0.0095 in the case of the euphausid. Therefore, the hypothesis used in the previous report[2] that the decreasing rates of the anabolic rates are parallel between the two kinds of food, the anchovy and the euphausid, can be admitted.

マサバ *Pneumatophorus japonicus* の幼魚が，その天然餌料であるカタクチイワシやオキアミ類を，どれだけ食つたとき，どのくらい体物質に転換されるかという問題を明らかにするために，1955年から現在にいたるまで，毎年，夏から秋にかけて，夫々の餌を与えて，飼育実験を行つてきた。この実験は，将来，マサバ個体群の大きさが明らかにされた場合，その維持成長に利用されるカタクチイワシ，オキアミ類の量を推定することを目的としている。なお，これは，マサバだけでなく，アジ，ブリさらにカタクチイワシなどにも実験を拡げて，これらの魚類が餌を利用する様子を明らかにし，暖流性洄游魚類群衆体のなかのエネルギー流転の姿を知ろうとする研究の一部でもある。

マサバ幼魚の食餌利用に関する研究の概略は，すでに，Hatanaka et al.[1),2)]によつて報告されたが，この報告では，その後，実験を重ねたオキアミ餌料の利用効率についての結果をカタクチイワシ餌料の場合と比べ，また，これまでに得られた結果の取扱いについても，さらに検討を加えた。

実験中，種々協力をされた女川水産研究実験所職員各位に厚く御礼申上げる。この研究の費用の一部は農林省応用研究費によつた。

## I. 材料並びに実験方法

材料は主に，1956年と1957年の夏（7月より9月）に，宮城県女川湾内の小型定置網でとれた体長100乃至220 mmのマサバ幼魚を用い，飼育実験は，1956年7月10日より同30日までと，1957年7月25日から10月10日までの期間に，女川実験所で行われた。漁獲されたサバは，傷つけないように注意して

1958年7月31日受理

コンクリート水槽に移し，始終海水を流して飼いつづけた。水槽の大きさは，1.5×0.5×0.5m の室内水槽と，4×3×1m の戸外水槽である。

実験を始める一週間位前から，充分量のカタクチイワシ *Engraulis japonicus*，オキアミ *Euphausia pacifica* を与えて飼いならし，そのなかから健全な個体を選んだ。1回の実験に使用したサバの尾数は3乃至10尾で，大は魚体の大小及び頭部斑紋の相違で個体識別を行つた。実験開始の24時間前から絶食させて，消化管内の飼料残渣を充分排泄させた。体長，体重は 0.5 乃至 1.0% エチルウレタン海水溶液で軽く麻酔して測定したが，麻酔からは5乃至10分で醒め，15 乃至 30 分後には活潑に摂餌するようになつた。

投餌は毎日3乃至5回づつ行つた。餌は，オキアミの場合には，0.3 乃至 1.5g の塊にし，夫々を 0.1g の精度で秤量し順番に並べておく。カタクチイワシの場合には，体重 1.0 乃至 3.5g のものを1尾宛，同様に処理する。これらの餌を順番に従つて投げ与え，摂取した個体を識別して，各回ごとに，各個体の摂餌量を集計し，9日間続けて，その期間の個体ごとの総摂餌量を求めた。10 日目には，24 時間絶食させてから麻酔して，体長・体重を測定した。このように，10日を単位にして繰り返すことにより，各個体ごとに10日に1組の初期体長，初期体重，総摂餌量，終期体長，終期体重が求められる。また，毎日正午に水温を測り，10日間の平均値を求め，その期間を代表する水温とした。

## II. 実験の結果

ある個体の初期体長を $l_0$，初期体重を $w_0$，総摂餌量を $f$，終期体長を $l$，終期体重を $w$ とすると，この個体について，

$$\text{平均体長 } (L)=\frac{l+l_0}{2}, \qquad \text{平均日間摂餌量 } (R)=\frac{f}{10}$$

$$\text{平均体重 } (W)=\frac{w+w_0}{2}, \qquad \text{平均日間成長量 } (G)=\frac{w-w_0}{10}$$

が計算でき，これに，平均水温 $T$ がえられる。

このようにえられた結果を，$L$（又は $W$）及び $T$ について層別し，$R$ に対する $G$ の関係を求めた。後に考察するように，一応の近似として，これに直線をあてはめる。ある温度範囲で，ある体長（又は体重）範囲の群について，この回帰直線が次のように求められたとする。

$$G=aR-b \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

(1) 式中，一次回帰項 $a$ は，サバが餌を同化する割合を近似的に表わす値と考えられるので，これを同化率とよぶ。又，常数項 $b$ は，摂餌量が0のとき，すなわち，理論的には，摂餌活動及び餌の同化に費すエネルギーと成長に費すエネルギーとを，総代謝エネルギーから差し引いた残りで，大体生活エネルギーに比例すると考えられるので，これを異化量とよぶことにする。ただし，$b$ の値は，多くは外挿値である。

### (1) オキアミ餌料の同化率

まず，オキアミ餌料で，100 乃至 200mm のサバを飼育した結果を次の Tables にした。Table 1 は，比較的小型のサバを高温で飼つた結果（これを $E_{Sh}$ とよぶ），Table 2 は，これを低温で飼つた結果（$E_{Sl}$），Table 3 は，比較的大型のものを高温で飼つた結果（$E_{Lh}$），Table 4 は，これを低温で飼つた結果（$E_{Ll}$）である。これらの群について，夫々 $R$ と $G$ の関係は，Fig. 1, 2 のようになる。

Fig. 1 に示した $E_{Sh}$ と $E_{Sl}$ の回帰直線は，夫々次のようになる。

$$G=0.28R-0.32\cdots\cdots\cdots(2),\quad a_{0.05}{}^{*}=0.28\pm0.098$$

$$G=0.18R-0.04\cdots\cdots\cdots(3),\quad a_{0.05}=0.18\pm0.013$$

この両者の同化率は，5% 危険率での信頼帯が，完全に重なり合つて，統計的には，有意な差は認められない。

* 一次回帰項信頼帯の計算法は，落合の文献[3]を参考にした。

**Table 1.** Rations and daily growth of the seven smaller mackerel fed with Euphausia under the temperature range between 18° and 21°C for each 10-day period ($E_{Sh}$).

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | July 8 ~ July 18 | 104.2 | 10.9 | 1.51 | 0.31 | 18.60 |
| 2 | | 111.9 | 14.0 | 1.60 | 0.23 | |
| 3 | | 109.7 | 11.8 | 1.56 | 0.36 | |
| 1 | July 18 ~ July 28 | 115.9 | 15.1 | 3.07 | 0.56 | 20.00 |
| 2 | | 119.6 | 16.7 | 2.95 | 0.31 | |
| 3 | | 116.1 | 16.9 | 2.97 | 0.66 | |
| 1 | Aug. 1 ~ Aug. 11 | 126.6 | 19.2 | 1.83 | 0.03 | 20.95 |
| 2 | | 126.7 | 20.1 | 2.04 | 0.07 | |
| 4 | | 144.5 | 27.3 | 0.07 | −0.33 | |
| 5 | | 137.8 | 25.0 | 1.12 | −0.06 | |
| 6 | | 129.7 | 20.0 | 0.50 | −0.26 | |
| 7 | | 119.3 | 14.9 | 0.73 | −0.15 | |
| Average | | 121.8 | 17.7 | | | 20.18 |

**Table 2.** Rations and daily growth of the 17 smaller mackerel fed with Euphausia at the temperature of 17°C for each 10-day period ($E_{Sl}$).

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Aug. 28 ~ Sept. 7 | 141.0 | 27.6 | 2.53 | 0.20 | 17.51 |
| 2 | | 131.7 | 21.4 | 2.26 | 0.36 | |
| 3 | | 119.6 | 18.4 | 3.61 | 0.66 | |
| 4 | | 131.1 | 24.5 | 4.65 | 0.80 | |
| 5 | | 118.1 | 17.8 | 1.61 | 0.27 | |
| 6 | | 114.3 | 17.1 | 2.72 | 0.43 | |
| 7 | | 125.0 | 22.0 | 3.88 | 0.48 | |
| 8 | Sept. 30 ~ Oct. 10 | 114.5 | 16.6 | 3.43 | 0.62 | 17.21 |
| 9 | | 114.8 | 13.7 | 2.60 | 0.28 | |
| 10 | | 121.2 | 19.5 | 2.27 | 0.61 | |
| 11 | | 125.0 | 19.7 | 0.51 | 0.12 | |
| 12 | | 127.6 | 23.8 | 3.48 | 0.61 | |
| 13 | | 127.7 | 25.0 | 4.01 | 0.75 | |
| 14 | | 128.7 | 22.6 | 2.58 | 0.47 | |
| 15 | | 140.5 | 32.1 | 4.22 | 0.67 | |
| 16 | | 142.5 | 33.5 | 6.28 | 1.14 | |
| 17 | | 149.5 | 38.1 | 6.25 | 1.15 | |
| Average | | 127.8 | 23.1 | | | 17.35 |

**Table 3.** Rations and daily growth of the six larger mackerel fed with Euphausia at the temperature of 21°C for each 10-day period ($E_{Lh}$).

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | July 25 ~ Aug. 4 | 166.5 | 47.3 | 8.02 | 0.60 | 21.09 |
| 19 | | 167.5 | 54.9 | 6.02 | 0.45 | |
| 20 | | 172.0 | 61.4 | 11.07 | 1.07 | |
| 21 | | 180.5 | 68.1 | 7.79 | 0.77 | |
| 22 | | 185.5 | 72.4 | 4.44 | 0.33 | |
| 23 | | 189.0 | 75.0 | 7.90 | 0.84 | |
| 18 | Aug. 4 ~ Aug. 14 | 167.0 | 54.7 | 6.41 | 0.87 | 21.79 |
| 19 | | 174.5 | 61.1 | 5.22 | 0.80 | |
| 20 | | 182.0 | 72.3 | 10.76 | 1.12 | |
| 21 | | 185.0 | 74.0 | 5.45 | 0.41 | |
| 22 | | 190.0 | 76.3 | 5.00 | 0.45 | |
| 23 | | 189.5 | 76.3 | 1.01 | −0.58 | |
| Average | | 179.3 | 66.2 | | | 21.44 |

**Table 4.** Rations and daily growth of the 11 larger mackerel fed with Euphausia at the temperature of 16°C for each 10-day period ($E_{Ll}$).

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | Sept. 30 ~ Oct. 10 | 162.0 | 58.0 | 7.82 | 0.4 | 16.33 |
| 25 | | 168.0 | 55.5 | 7.72 | 1.1 | |
| 26 | | 182.0 | 62.0 | 1.09 | 0.0 | |
| 27 | | 185.5 | 82.5 | 12.89 | 1.5 | |
| 28 | | 186.5 | 79.5 | 5.73 | 0.7 | |
| 29 | | 190.0 | 89.5 | 9.43 | 1.3 | |
| 30 | | 190.5 | 92.5 | 16.45 | 2.1 | |
| 31 | | 193.0 | 93.5 | 7.64 | 1.1 | |
| 32 | | 200.5 | 103.0 | 16.25 | 2.6 | |
| 33 | | 204.0 | 116.5 | 16.86 | 2.5 | |
| 34 | | 207.5 | 121.5 | 12.79 | 1.9 | |
| Average | | 173.4 | 81.5 | | | 16.33 |

また，Fig. 2 においても同様に計算すると，

$$G = 0.14R - 0.36 \cdots\cdots (4),$$
$$\alpha_{0.05} = 0.14 \pm 0.053$$
$$G = 0.16R - 0.27 \cdots\cdots (5),$$
$$\alpha_{0.05} = 0.16 \pm 0.038$$

で，$E_{Lh}$ と $E_{Ll}$ の間には，同化率に有意な差が認められない。

また，いずれの場合にも，位置差は認められないので，夫々は単一の回帰直線で表わせる。すなわち，$E_{Sh}$ と $E_{Sl}$ をこみにして，$E_S$ とすると，これは，$L = 125.4$ mm, $W = 20.9$ g, $T = 19.69$°C で，

$$G = 0.22R - 0.19 \cdots\cdots (6),\quad a_{0.05} = 0.22 \pm 0.021$$

また，$E_{Lh}$ と $E_{Ll}$ をこみにして，$E_L$ を作ると，これは，$L = 176.0$ mm, $W = 73.3$ g, $T = 18.92$°C で，

$$G = 0.17R - 0.42 \cdots\cdots (7),\quad a_{0.05} = 0.17 \pm 0.025$$

両群間には，5% 危険率で，同化率の差が認められる。

すなわち，$E_S$ に於ては，この実験の規模で，20.2° と 17.4° の温度差では，同化率にも，異化量にも差が見出せなかつたし，$E_L$ についても，21.4° と 16.3° の温度差では，同化率，異化量に顕著な相違を検出できるほど，個体の変異が小さくなかつた。しかし，$E_S$ と $E_L$ の比較から，同化率が成長に伴つて，0.05 程低くなるといえよう。

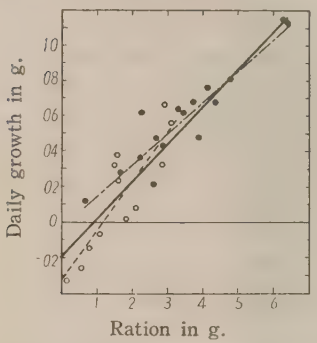



**Fig. 1.** The daily growth plotted against the ration of the smaller mackerel fed with Euphausia. Open circles represent the results under the temperature range between 18° and 21°C ($E_{Sh}$) and solid circles for the temperature of 17°C ($E_{Sl}$). The straight line is for the altogether ($E_S$).

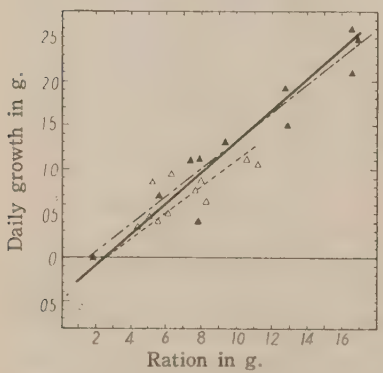



**Fig. 2.** The daily growth plotted against the ration of the larger mackerel fed with Euphausia. Open triangles represent the results at the temperature of 21°C ($E_{Lh}$) and solid triangles for 16°C ($E_{Ll}$). The straight line is for the altogether ($E_L$).

### （2） オキアミ餌料の同化率とカタクチ餌料同化率の比較

前の項における $E_S$, $E_L$ と夫々同じような $L$, $W$, $T$ をもつカタクチイワシ餌料による実験結果を，すでにえられたもののなかからとり出すと，Tables 5, 6 のようになる。これらのデ

**Table 5.** Rations and daily growth of the 11 smaller mackerel fed with the anchovy under the temperature range between 19° and 22°C for each 10-day period ($A_S$).

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | Aug. 31～Sept. 10 (1955) | 110.5 | 16.6 | 2.74 | 1.12 | 20.56 |
| (2) | | 143.6 | 39.0 | 3.54 | 0.97 | |
| (3) | | 144.8 | 33.8 | 1.51 | 0.34 | |
| (1) | Sept. 10～Sept. 20 (1955) | 120.5 | 21.0 | 0.77 | −0.24 | 19.97 |
| (2) | | 149.9 | 46.2 | 2.57 | 0.46 | |
| (4) | | 148.3 | 38.4 | 2.40 | 0.43 | |
| (5) | Sept. 3～Sept. 13 (1955) | 107.1 | 15.5 | 2.40 | 0.63 | 21.16 |
| (6) | | 109.1 | 15.0 | 1.81 | 0.47 | |
| (7) | | 124.6 | 23.7 | 1.47 | 0.37 | |
| (5) | Sept. 13～Sept. 23 (1955) | 118.3 | 21.1 | 2.20 | 0.50 | 20.60 |
| (6) | | 118.4 | 19.0 | 1.99 | 0.34 | |
| (7) | | 131.0 | 27.8 | 2.28 | 0.48 | |
| (8) | | 107.8 | 13.9 | 1.46 | 0.40 | |
| 8 | Aug. 1～Aug. 11 (1956) | 112.0 | 12.9 | 0.00 | −0.14 | 21.05 |
| 9 | | 131.0 | 25.8 | 4.53 | 1.09 | |
| 10 | | 147.7 | 33.1 | 3.00 | 0.53 | |
| 8 | Aug. 11～Aug. 21 (1956) | 113.4 | 12.7 | 1.02 | 0.10 | 21.60 |
| 9 | | 144.1 | 37.0 | 4.87 | 1.15 | |
| 8 | (1) | 117.2 | 15.4 | 1.53 | −0.03 | 21.89 |
| 8 | (2) | 114.7 | 14.9 | 1.46 | 0.34 | 19.94 |
| Average | | 125.7 | 24.1 | | | 20.76 |

Date (1); Aug. 31～Sept. 10 (1956)
(2); Aug. 21～Aug. 31 (1956)

**Table 6.** Rations and daily growth of the 21 larger mackerel fed with the anchovy under the temperature range between 16° and 23°C for each 10-day period ($A_L$).

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (9) | (1) | 161.0 | 61.2 | 6.14 | 0.96 | 16.25 |
| (10) | (2) | 160.5 | 56.6 | 3.42 | 0.29 | 19.97 |
| 1 | Aug. 21～Aug. 31 (1956) | 163.0 | 55.3 | 1.64 | −0.45 | |
| 10 | | 163.0 | 56.4 | 8.65 | 1.22 | 19.94 |
| 11 | | 170.0 | 78.0 | 11.85 | 2.03 | |
| 12 | Aug. 28～Sept. 7 (1956) | 189.7 | 93.5 | 12.64 | 2.30 | |
| 13 | | 180.5 | 77.5 | 11.16 | 2.76 | 20.99 |
| 14 | | 199.5 | 100.5 | 16.39 | 3.50 | |
| 15 | | 203.0 | 109.3 | 16.13 | 2.95 | |
| 11 | Aug. 31～Sept. 10 (1956) | 181.5 | 93.0 | 12.71 | 0.99 | |
| 16 | | 166.0 | 59.8 | 6.27 | 1.44 | 21.89 |
| 17 | | 168.0 | 59.2 | 10.59 | 1.69 | |
| 18 | (3) | 190.0 | 89.5 | 5.27 | −0.30 | 22.08 |
| 11 | Sept. 10～Sept. 20 (1956) | 185.5 | 94.0 | 2.37 | −0.80 | 20.97 |
| 16 | | 173.0 | 68.0 | 2.09 | 0.20 | |
| 1 | Sept. 20～Sept. 30 (1956) | 168.0 | 57.0 | 4.85 | 0.80 | |
| 9 | | 178.5 | 73.5 | 5.68 | 0.90 | |
| 11 | | 188.0 | 99.0 | 11.95 | 1.80 | |
| 16 | | 189.0 | 101.5 | 12.97 | 3.50 | |
| 19 | | 189.5 | 91.0 | 16.50 | 3.40 | 18.75 |
| 20 | | 187.5 | 92.0 | 15.77 | 3.40 | |
| 21 | | 189.0 | 96.5 | 17.67 | 3.50 | |
| 22 | | 186.0 | 86.0 | 15.66 | 2.80 | |
| 23 | | 199.5 | 91.0 | 10.06 | 1.60 | |
| 24 | | 191.5 | 93.5 | 14.28 | 2.50 | |
| 25 | (4) | 193.0 | 105.5 | 7.08 | 0.70 | 18.16 |

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $R$ (g) | $G$ (g) | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sept. 30～Oct. 10 (1956) | 172.0 | 63.0 | 2.87 | 0.40 | |
| 10 | | 172.0 | 69.3 | 7.07 | 1.35 | |
| 16 | | 189.5 | 104.0 | 2.47 | 0.20 | |
| 19 | | 196.0 | 110.5 | 9.60 | 0.50 | |
| 20 | | 197.5 | 127.0 | 17.45 | 3.60 | |
| 21 | | 208.5 | 120.5 | 11.83 | 1.30 | 18.38 |
| 22 | | 194.0 | 103.5 | 10.20 | 0.70 | |
| 23 | | 202.5 | 107.5 | 7.85 | 1.90 | |
| 24 | | 197.0 | 108.0 | 8.12 | 0.40 | |
| 25 | | 194.0 | 95.0 | 7.73 | 1.40 | |
| 26 | | 194.5 | 122.5 | 11.41 | 0.70 | |
| 16 | Oct. 10～Oct. 20 (1956) | 189.5 | 99.5 | 3.92 | 0.50 | |
| 19 | | 203.0 | 115.5 | 6.78 | 0.50 | |
| 20 | | 206.0 | 154.5 | 14.19 | 1.90 | |
| 21 | | 208.5 | 117.0 | 11.50 | 2.00 | |
| 22 | | 206.0 | 120.5 | 11.83 | 1.30 | 16.40 |
| 23 | | 207.5 | 124.5 | 7.65 | 1.30 | |
| 24 | | 198.5 | 109.0 | 5.68 | −0.20 | |
| 25 | | 201.5 | 108.0 | 3.22 | −0.20 | |
| 26 | | 201.5 | 133.5 | 7.46 | 1.50 | |
| Average | | 187.7 | 94.0 | | | 18.81 |

Date (1); Sept. 10～Sept. 20 (1955)
(2); Oct. 22～Nov. 11 (1955)
(3); Sept. 7～Sept. 17 (1956)
(4); Sept. 20～Sept. 30 (1956)

ータについて，$G$ と $R$ との関係を，Fig. 3, 4 に示す。オキアミを餌料とした $E_S$ に対応する群を $A_S$，同じく $E_L$ に対応する群を $A_L$ とすると，$A_S$ では，$L=125.7$ mm, $W=24.1$ g, $T=20.76$°C で，

$G=0.30R-0.18$ ……(8)，$a_{0.05}=0.30\pm0.035$

$A_L$ では，$L=187.7$ mm, $W=94.0$g, $T=18.81$°C で

$G=0.23R-0.71$ ……(9)，$a_{0.05}=0.23\pm0.025$

で，$A_S$ と $E_S$ の間でも，$A_L$ と $E_L$ の間にも，同化率の差が認められ，また，$A_S$ と $A_L$ の間にも，同化率の差が認められる。

すなわち，オキアミ餌料の同化率は，同じ水温のもとで，この程度の大きさのサバにとつて，カタクチイワシ餌料の同化率に比べて，低いといえよう。

しかし，カタクチイワシ 1g とオキアミ 1g とは，本来，等

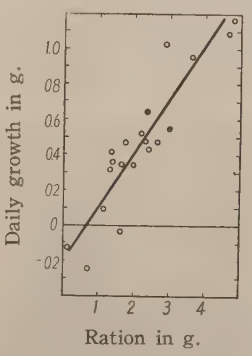



**Fig. 3.** The daily growth plotted against the ration of the smaller mackerel fed with the anchovy under the temperature range between 19° and 22°C ($A_L$).

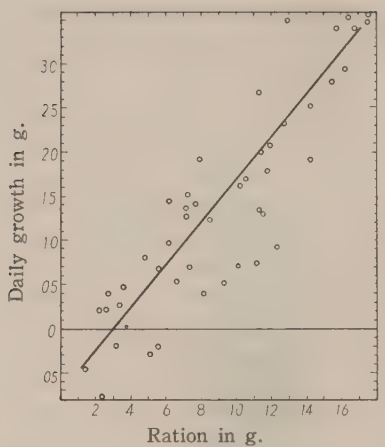



**Fig. 4.** The daily growth plotted against the ration of the larger mackerel fed with the anchovy under the temperature range between 16° and 23°C ($A_S$).

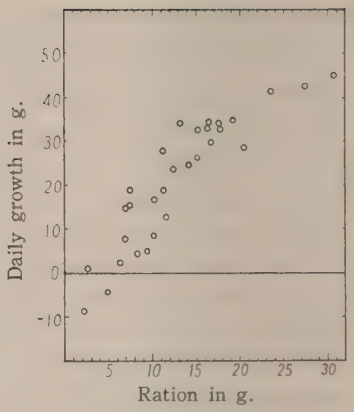



**Fig. 5.** The daily growth plotted against the excess amount of food, the anchovy, given to the mackerel of the size range between 180 and 210 mm.

価に比較できないので，夫々を一般分析した結果，カタクチイワシは 0.67 Cal/g，オキアミは 0.59 Cal/g，また，マサバ幼魚は 1.19 Cal/g であるので，カロリー当量で計算すると，先の同化率は夫々 $E_S$ で 0.44，$E_L$ で 0.34，$A_S$ で 0.54，$A_L$ で 0.41 となり，やはり，カタクチイワシ餌料の同化率の方が，オキアミの場合よりも高い。

## III. 考　　察

平均日間摂餌量 $R$ と平均日間成長量 $G$ の関係を，直線回帰として扱つたが，これは便宜的なもので，既報[2] のように著者等が扱つている $R$ の限られた範囲についてだけ適合することのできる第一次の近似であることはいうまでもない。

カタクチイワシ餌料で，サバ幼魚を飼育する際，前の報告[3] で述べたように，ブリと混合飼育すると，サバの摂餌量は異常に増加するが，成長量は，その割には増加しない場合が多い。例えば，1956 年 8 月 28 日より 9 月 7 日まで，ブリと混合飼育したサバの $R$ と $G$ の関係は，Fig. 5 のようになり，$R$ が 20g 以上では殆ど $G$ の増加はみられなくなる。この点からも，直線は，サバが日間に餌を食うことのできる限度までは，適合しないことは当然である。

また，日間摂餌量が少ない場合，あるいは，回帰直線の外挿値 $b$ は，生活代謝をどの位正しく表わしてい

**Table 7.** Daily amount of decrease in the body weights of 21 smaller mackerel when starved for 10 days at the temperature of 20°C.

| Fish No. | Date | $L$ (mm) | $W$ (g) | $\frac{w-w_0}{10}$ | $T$ (°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 145.2 | 31.6 | 0.15 | |
| 2 | | 139.9 | 28.6 | 0.20 | |
| 3 | | 123.5 | 23.7 | 0.18 | |
| 4 | | 116.4 | 13.6 | 0.19 | |
| 5 | | 132.8 | 23.8 | 0.16 | |
| 6 | | 129.6 | 23.6 | 0.16 | |
| 7 | | 121.8 | 18.7 | 0.06 | |
| 8 | | 114.7 | 12.0 | 0.28 | 20.89 |
| 9 | | 121.7 | 17.8 | 0.08 | |
| 10 | Sept. 7～ | 121.5 | 19.0 | 0.18 | |
| 11 | Sept. 17 | 112.5 | 12.8 | 0.15 | |
| 12 | (1957) | 107.9 | 11.9 | 0.16 | |
| 13 | | 101.1 | 9.9 | 0.12 | |
| 14 | | 121.5 | 17.1 | 0.23 | |
| 15 | | 116.8 | 16.5 | 0.17 | |
| 16 | | 112.8 | 13.3 | 0.11 | |
| 17 | | 138.2 | 27.6 | 0.27 | |
| 18 | | 141.2 | 32.3 | 0.31 | |
| 19 | | 133.2 | 24.8 | 0.29 | 20.41 |
| 20 | | 122.6 | 17.6 | 0.19 | |
| 21 | | 107.2 | 12.4 | 0.13 | |
| Average | | 122.9 | 199.9 | 0.18 | 20.78 |

るかという問題がある。この点を検討するために，活潑に摂餌していたサバを，10日間絶食させ，その体重減少量を測定した(Table 7)。この場合の $L$, $W$, $T$ は夫々 122.9mm, 20.0g, 20.78°C で，大体，$E_S$, $A_S$ と同じ条件である。絶食試験による体重減少量は 0.18g で，$E_S$ と $A_S$ の $b$ の値は夫々 0.19g と 0.18g で，大体一致している。しかし，$A_L$, $E_L$ の $b$ は夫々 0.42g, 0.71g で差が大きいから，成長に伴つてどう変わるか明らかでない。

要するに，ある限度以上の $R$ (例えば，Fig. 5 の 20g 前後) では，直線適合はできないし，また，直線適合の結果えられた外挿値 $b$ も，小型魚では異化量を反映しているようにみえるが，大型魚についてはまだ保証がない。しかし，その中間では，直線適合をしても余り支障はおきそうもない。

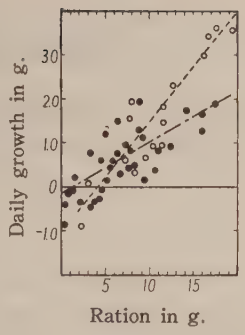



**Fig. 6.** The daily growth plotted against the ration of the mackerel of the size range between 180 and 220 mm fed with the anchovy separately for the two temperature range. Open circles represent the temperature range between 18° and 21°C, and solid circles between 9° and 13°C.

さて，この実験の温度差では，オキアミ餌料の同化率に対して影響を見出せなかつたが，カタクチイワシ餌料の場合には，$L$ が 194mm 前後の群で，$T$ が 19.59° と 13.37°C で，同化率が夫々 0.25 と 0.11 となり (Fig. 6)，統計的にも明らかな差が認められるので，オキアミ餌料の場合にも，標本サイズを大きくすれば，同化率に対する温度の影響を検出できるであろう。

先の報告[2]で，カタクチイワシ餌料の同化率がサバの成長に伴つて低下する割合から類推して，オキアミ餌料同化率の体長による変化を推定した。$A_S$ と $A_L$ とから，カタクチイワシ餌料の同化率の体重増加に伴う低下割合は，$(0.30-0.23)/(94.1-24.1)=0.0100$ で，オキアミ餌料のそれは $E_S$ と $E_L$ とから，$(0.22-0.17)/(73.3-20.9)=0.0095$ となる。したがつて，この程度の大きさのサバでは5% 程度の差であるから，先の報告で，仮定によつて求めた計算値は，実際値と殆ど変わらないであろう。しかし，さらに大型の成魚を扱う場合に，このような比例的な考えを進めるわけにはいかない。

## 要　　約

(1) 自然状態でのマサバ幼魚の食物消費量を推定しようとする実用的範囲内では，日間摂餌量と日間成長量との関係に対して，直線回帰を適合しても差支えない。

(2) 2つの同じ体長範囲 (100 乃至 144mm と 160 乃至 208mm)，同じ水温条件 (16.3° と 21.4°C) で比べると，カタクチイワシ餌料の同化率は 0.30 と 0.23 (カロリー当量では 0.54 と 0.41)，オキアミ餌料の同化率は 0.22 と 0.17 (カロリー当量では 0.44 と 0.34) となり，オキアミを餌としたときの同化率は，カタクチイワシを餌としたときよりも低い。

(3) カタクチイワシを餌として与えた時，マサバ幼魚の成長に伴う同化率低下の割合は，体重 1g 増すごとに 0.0100，オキアミを餌とした時には，それが 0.0095 である。したがつて，先の報告[2]で，両者の低下割合を等しいとおいた仮定は差支えないことが確められた。

## 文　　献

1) HATANAKA, M. et al.: Tohoku J. Agr. Res., **7** (1), 51～57 (1956).
2) HATANAKA, M. et al.: ibid., **7** (4), 351～368 (1957).
3) 落合　明: 個体群生態学の研究 I, 143～145 (1952).

# 二枚貝の環境要素としてのビタミン $B_{12}$—I.

## アサリ，ハマグリの棲息環境及び時期による ビタミン $B_{12}$ 含量の差異*

相良順一郎・簗瀬正明
（東海区水産研究所）

# Vitamin $B_{12}$ as a Factor in the Environment of Bivalves—I.

## Seasonal and Environmental Variation of Vitamin $B_{12}$ Content in *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*

Jun'ichiro Sagara and Masaaki Yanase

It has been reported that the vitamin $B_{12}$ content of bivalves, and of starfish which devour bivalves, is higher than that of fish or other aquatic animals. Recent studies have shown that vitamin $B_{12}$ will affect the growth of *Porphyra tenera* and relate to the development of "red tide". In view of these facts, we made a study of vitamin $B_{12}$ as one of some means to analyze the environment of the shallow water clam bed.

In this experiment we measured the vitamin $B_{12}$ content of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*, the bottom substances in which they lived, the fine deposits in the hollow of ripple marks and the plankton which are the food of clams.

Vitamin $B_{12}$ content was determind by *Euglena* method added 1 mg/cc acid hydrolysed casein to Hutner's basal medium, and each sample were digested by trypsin before hot water extraction. Results obtained were as follows:

1. Vitamin $B_{12}$ content in the soft body of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria* is high before and during spawning, and low after spawning. In *Tapes japonica*, there is a tendency for individuals that live off the coast to be higher in vitamin $B_{12}$ content than those that live near the coast; moreover individuals cultured by the hanging method are higher in vitamin $B_{12}$ content than those raised in the above-mentioned benthic environment. In *Meretrix meretrix lusoria*, however, the above described tendency is not clear. Further, vitamin $B_{12}$ content of *Tapes japonica* is higher than that of *Meretrix meretrix lusoria* during every month of the year (see Tables 1, 2, & Fig. 1).

2. Vitamin $B_{12}$ content of the sandy bottom in the offshore areas is higher than in the shallow coastal beds, and vitamin $B_{12}$ content of same substances divided into three vertical layers is higher in the upper and middle layers and poorer in lower layer. Fine deposits on the hollow of ripple mark are higher in Vitamin $B_{12}$ than in the sandy bottom areas mentioned above. Vitamin $B_{12}$ content in zooplankton (*Copepoda*) is higher than that of phytoplankton (*Coscinodiscus sp.* or *Thalassiothrix sp.*) (see Table 3).

## I. 緒　　言

魚類その他の生物に比べて貝類[1),2),3),4),5),6)]及びこれを食害するヒトデ[7)]にビタミン $B_{12}$ が多いことは既にいくつかの報告があり，又アサクサノリの生長を促すといわれ[8)]，赤潮の発生にも関与している[9)]こと等が報ぜられている。これらの事実から従来問題になつている浅海貝類漁場の環境分析の一要素としてビタミ

1958 年 7 月 31 日受理
* 東海区水産研究所業績 B 第 291 号

ン $B_{12}$ を取りあげ本研究を行つた。今回は環境条件，採集時期を異にした場合のアサリ及びハマグリの $B_{12}$ 含量の差異を調べ，又これら貝類の $B_{12}$ 給源として関連の考えられる底質及びプランクトンの $B_{12}$ 含量を測定したので，ここにその結果を報告し，参考に供する次第である。

本文に入るに先だち，終始御指導，御鞭撻を仰ぎ且つ本文の御校閲を戴いた猪野峻博士，本研究の機会を与えられ，又種々御教示と御便宜を戴いた東秀雄博士他ビタミン科員の方々，材料の採集その他に御協力を戴いた加納嘉市，伊藤良信の諸氏に対し，深甚なる謝意を表す。

## II. 材料及方法

1. 材料の採集　供試材料はすべて千葉県浦安地先に於いて採集した。採集地点を Fig. 1 に示した。B 地点は沖合で大潮干潮時の水深約 3m の場所であり，C地点は同じ干潮時約 1時間干出するところである。A地点は岸寄りで同じ干潮時約5時間も干出する場所であり，D地点は船の通路になつているので，沖合のB地点同様に全く干出しないところである。E地点に於いては垂下飼育を行つたが，その垂下の方法は網目約 12 mm の綿糸網に貝を入れて海底から約 60 cm 離して吊下し，垂下期間は Table 1 に示した通りである。底質はB地点ではドレッヂにより採集し，C地点では干潮時 15cm 立方のブリキ製枠を海底にさしこんで上，中及び下層に分けて採集した。A地点では上層の砂を採集した。海底の浮泥はC地点でスプーンを用いて掬い集めたが，多少の砂泥は混入した。プランクトンはネット（網目 95 ミクロン）で海表面の水平曳きを約5分行つて採集した。採集したプランクトンの一部は検鏡を行つて，その主な組成を調べた。

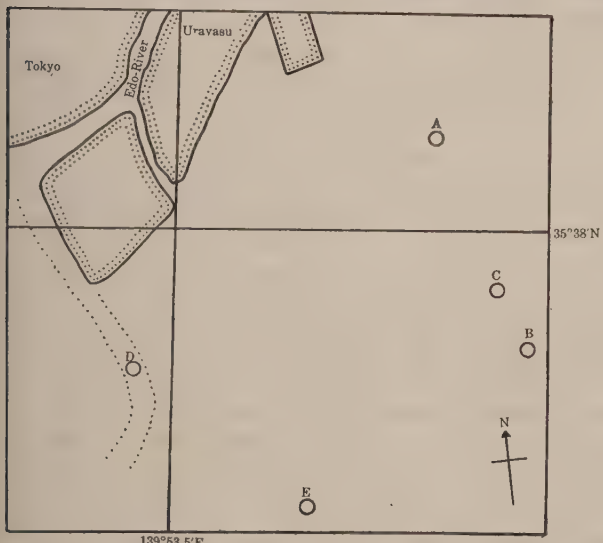



**Fig. 1.** A map of Urayasu clam bed, showing the stations at which materials were collected.

2. 試料の調製　貝類は各 10 個体をとり，Table 1 に表示した調査を行つた後 $B_{12}$ 抽出に用いた。即ち剝身全部を磨砕し，その中から 2g を秤量してこれに蒸溜水 100cc と Trypsin 20mg を加え，Toluene で防腐して 30°C 又は 37°C で 20～24 時間酵素分解せしめた後 15 分間煮沸し，沪液を調製してこれを試料液とした。底質は肉眼的な生物及び貝殻破片等を除いて同じく 2g を秤量し，以後上記貝類の場合と同様にして試料液を調製した。海水と共に採集したプランクトンは定性用東洋沪紙 No. 2 で沪過し，次に沪紙を開き，沪紙上のプランクトンを別の沪紙で軽く圧して水分をとつた後，同様に操作した。試料液は何れも使用するまで冷凍室（0°～5°C）に保存した。

3. $B_{12}$ 定量法　$B_{12}$ の定量は *Euglena* 法によつた。基本培地は酸分解カゼインを添加した HUTNER の中性培地を使用した[10]。培養は 2cc で行い，菌の増殖度の測定は比濁によつた。

## III. 実験結果

1. アサリ，ハマグリ体中の $B_{12}$ 含量

A. アサリについては肉量 + 殻重量に対する肉重量の比率（以下肉重量比とする）は Table 1 に示す如

**Table 1.** Seasonal and environmental variations in shell length and condition coefficient* of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*.

| Station | Date | *Tapes japonica* (10 individuals) | | | *Meretrix meretrix lusoria* (10 individuals) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Shell Length (mm) | | Condition* coefficient | Shell Length (mm) | | Condition* coefficient |
| | | Range | Average | | Range | Average | |
| A Coast | Aug. 19 1957 | 31.1–35.0 | 33.0 | 36.6 % | — | — | — % |
| | Nov. 20 | 35.5–38.8 | 37.2 | 29.9 | 34.0–42.9 | 37.4 | 30.4 |
| | Dec. 16 | 30.5–37.0 | 33.9 | 30.1 | 33.0–38.1 | 35.4 | 34.8 |
| | Jan. 20 1958 | 29.8–37.1 | 32.3 | 30.1 | 32.0–36.3 | 34.3 | 33.2 |
| | Feb. 19 | 37.0–46.6 | 40.5 | 28.5 | 34.6–38.5 | 37.2 | 34.7 |
| | April 22 | 29.2–42.0 | 35.1 | 34.3 | 55.0–56.0 | 55.5 | 33.8 |
| | May 21 | 32.0–37.5 | 34.8 | 32.3 | 29.5–34.1 | 31.9 | 32.1 |
| | June 5 | 32.7–40.0 | 35.6 | 32.3 | 26.0–43.0 | 31.4 | 34.6 |
| B Offshore | Aug. 19 1957 | 28.4–35.0 | 32.5 | 38.7 | — | — | — |
| | Aug. 29 | 32.0–40.5 | 37.5 | 32.0 | — | — | — |
| | Oct. 21 | — | — | — | 40.0–53.5 | 47.7 | 37.3 |
| | Nov. 25 | 31.2–35.7 | 33.3 | 31.1 | 28.0–48.3 | 36.5 | 35.2 |
| | Dec. 16 | — | — | — | 43.5–60.1 | 52.4 | 34.4 |
| | Jan. 20 1958 | 35.0–42.0 | 38.0 | 27.9 | 32.8–48.5 | 41.8 | 32.1 |
| | Feb. 19 | 41.0–50.1 | 44.8 | 30.1 | — | — | — |
| | March 10 | 33.8–48.7 | 40.3 | 31.9 | 37.2–54.0 | 46.4 | 34.1 |
| C Offshore | March 10 1958 | 30.5–52.5 | 41.3 | 30.9 | 27.0–69.8 | 49.7 | 33.7 |
| | April 22 | 34.1–41.0 | 38.0 | 35.4 | 37.0–42.2 | 38.9 | 29.3 |
| | May 21 | 36.7–41.9 | 39.7 | 37.8 | 32.7–46.0 | 39.4 | 33.6 |
| | June 5 | 38.5–42.5 | 40.8 | 35.8 | 36.0–52.5 | 42.1 | 39.8 |
| D Water-route | Oct. 21 1957 | 34.0–39.0 | 36.9 | 36.1 | 38.5–50.0 | 44.6 | 36.0 |
| E Hanging | Aug. 19 (7)** | 32.6–42.9 | 37.7 | 36.2 | 38.9–60.8 | 51.8 | 35.4 |
| | Aug. 29 (16) | 35.0–39.2 | 37.2 | 38.4 | 47.8–65.0 | 54.4 | 35.5 |
| | Oct. 21 (30) | 33.5–39.3 | 36.5 | 35.4 | 38.5–48.7 | 42.2 | 36.3 |
| | Nov. 25 (34) | 34.8–38.8 | 37.0 | 32.1 | 37.8–44.0 | 41.2 | 35.6 |
| | Jan. 20 (34) | 34.8–48.0 | 41.6 | 26.6 | 38.7–52.1 | 45.2 | 34.6 |

* $\frac{\text{Meat weight}}{\text{Meat weight + Shell weight}} \times 100$

** No. of days after hanging

く，各地点ともに8月に大で 11 月に急減し，翌年 1，2，月まで漸減し，3月から6月にかけて漸増している。この肉重量比は種々論議があるが[11]，一応アサリの肥満度を表わすもので，別に肉眼的に生殖巣の肥満度を観察（但しアサリ，ハマグリともに8月は観察を欠く）した結果と大体一致していた。これらのアサリの $B_{12}$ 含量を見ると Table 2 の如く8月に多く，11 月に著るしく減じ，2月頃から回復して6月に至っている。$B_{12}$ 含量は略々肥満度に比例し，生殖巣の多い時期即ち産卵前又は産卵期（肥満個体の出現は4月～6月初めと9月～10 月の年2回）中は $B_{12}$ が多く，生殖巣の少ない時期即ち産卵後は $B_{12}$ が少くなることを示している。

次に各地点についての比較では，同時期に取りあげたものの肉重量比は沖合が沿岸より比較的大きい傾向があるが，$B_{12}$ も沖合が沿岸より多い傾向がある。又垂下飼育したものの肉重量比は1月の分を除いては全

**Table 2.** Seasonal and environmental variations in vitamin $B_{12}$ content in the soft body of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*. (Vitamin $B_{12}$ content in $\gamma$ per 100g. fresh matter.)

| Species | Station* | Aug. '57 | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Jan. '58 | Feb. | March | April | May | June |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Tapes japonica* | A | 7.0 | — | — | 1.2 | 1.5 | 2.5 | 4.7 | — | 5.9 | 5.0 | 6.3 |
| | B | 8.3**<br>9.0 | — | — | 2.7 | — | 2.8 | 4.2 | 5.0 | — | — | — |
| | C | — | — | — | — | — | — | — | 5.1 | 7.4 | 5.5 | 9.5 |
| | D | — | — | 2.4 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | E | 9.3**<br>11.8 | — | 5.5 | 4.5 | — | 4.2 | — | — | — | — | — |
| *Meretrix meretrix lusoria* | A | — | — | — | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | — | 1.2 | 2.3 | 4.5 |
| | B | — | — | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | — | 1.2 | — | — | — |
| | C | — | — | — | — | — | — | — | 0.9 | 1.9 | 2.1 | 5.0 |
| | D | — | — | 0.9 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | E | 7.0**<br>7.0 | — | 0.9 | 0.7 | — | — | — | — | — | — | — |

* Same as in Table 1.

** First readings are values obtained on samples collected in the middle of the month, and second readings in the end of the month.

般的にやや大きい値を示しているが，$B_{12}$ 含量も同時期の何れの底棲個体よりも多い。澪（D地点）のものは1回の採集であり，他との比較は出来ないが，$B_{12}$ 含量は垂下飼育のものより少ない。

B．ハマグリの肉重量比の変化は肉眼的に観察した生殖巣の肥満度と必ずしも一致しなかつたが，10月は未だやや肥満した個体もあつたが，11 月以降は次第に体はやせ，12 月から翌年2月にかけてこの状態が続き，3月になつて稍肥り始めるものがあり，6月には相当肥満した個体が現われた。これらのハマグリの $B_{12}$ 含量は8月（垂下）は高い値を示し，10 月に急減し，11 月以降低い値が続き，3月から増え始め，6月に高い値を示している。即ちアサリの場合と同様に生殖巣の多い時期，産卵前又は産卵期（6月初めから9月末）[12]中は $B_{12}$ が多く，生殖巣の少ない時期即ち産卵後は $B_{12}$ が少ない。

次に各地点については資料が不足なため充分な比較は出来ないが，測定の範囲では沖合と沿岸，垂下個体と正常底棲個体の間の $B_{12}$ 含量の差は認められない。

又ハマグリの $B_{12}$ 含量をアサリの $B_{12}$ 含量に比較すると，何れの月に於てもハマグリはアサリより少ない $B_{12}$ 含量を示す。

2. 底質並びにプランクトンの $B_{12}$ 含量

アサリ，ハマグリ体中の $B_{12}$ が何に由来するかを知る手がかりとして，これら貝類が棲息する漁場の底質特にその海底表面に存在する浮泥並びにプランクトンについて $B_{12}$ 含量を測定した。この結果を Table 3 に示す。

A．底質　細砂が大部分で泥は極めて少なかつたが，その $B_{12}$ 含量は沖合の B 地点の方が沿岸の A 地点のものより多く，沖合のC地点で表層，中層（深さ 7～8cm）及び下層（深さ 15cm）と3層に分けて $B_{12}$ 含量を調べた結果では下層が前二者より少なかつた。

B．海底表面の浮泥　3月採集のものは干潮時 Ripple Mark の凹部にたまつていた貝の糞の如き細い管状のものであり，4月採集のものは同じく Ripple Mark の凹部にたまつていた褐色の微小な沈澱物であつたが，$B_{12}$ 含量は概してともに底質のそれより多く，ことに後者の褐色の浮泥は比較的高い値を示した。

C．プランクトン　10月採集のものはその内容が動物プランクトン特に *Copepoda* が殆んどであつて植物プランクトンは極めて少なく，11月採集のものは *Copepoda* と植物プランクトンの *Thalassiothrix sp.* の両者がほぼ半々を占め，3月採集のものは植物プランクトンの *Coscinodiscus sp.* が殆んどで，*Copepoda* は極めて少なかつた。これらの $B_{12}$ 含量を測定した結果は動物プランクトンの多いもの程 $B_{12}$ が多く，植物

**Table 3.** Vitamin $B_{12}$ content in bottom substances and plankton.

| Sample | Station | Date | Vitamin $B_{12}$ content ($\gamma$/100g.) | Remarks |
|---|---|---|---|---|
| Bottom substances | A | Jan. 20, 1958 | 0.05 | |
| | B | Oct. 21, 1957 | 0.33 | |
| | | Jan. 20, 1958 | 0.15 | |
| | | March 10, 1958 | 0.11 | Sand |
| | C Upper layer | 〃 | 0.14 | |
| | C Middle layer | 〃 | 0.22 | |
| | C Lower layer | 〃 | 0.07 | |
| | C | 〃 | 0.38 | Fine deposits on the hollow of ripple mark |
| | | April 22, 1958 | 0.45 | |
| Plankton | B | Oct. 21, 1957 | 3.50 | Mostly zooplankton (*Copepoda*) |
| | | Nov. 25, 1957 | 0.85 | Mostly zooplankton (*Copepoda*) and phytoplankton (*Thalassiothrix sp.*) |
| | | March 10, 1958 | 0.38 | Mostly phytoplankton (*Coscinodiscus sp.*) |

プランクトンは動物プランクトンに比し，$B_{12}$ 含量は少ない結果を得た。但し同じ植物プランクトンではあるが，*Skeletonema costatum* の $B_{12}$ 含量は今回の *Copepoda* のそれより高い値を示している[13]。

## IV. 考　　察

アサリ，ハマグリ体中の $B_{12}$ 含量は産卵前又産卵期中に多く，7～9$\gamma$/100g の高い値を示したが，産卵後に著しく減少した。この現象はヒトデの場合と同様であるが[14]，このことはアサリ，ハマグリが卵を体外に排出したことによるのか，或いは産卵により貝の組織中の $B_{12}$ を消耗したことによるのか不明である。又アサリの垂下飼育したものが底棲個体より $B_{12}$ 含量が多く，沖合に棲むものが沿岸に棲むものより $B_{12}$ 含量が多い傾向を示すのは垂下によりその生殖腺成熟期間が延び生殖巣が肥大していたためか[15]，或いは海水に接触する時間，摂餌機会の多いことに基くものか，今回の実験の範囲では何れとも断定出来ない。

次にアサリ，ハマグリ体中の $B_{12}$ が摂取餌料中の $B_{12}$ に由来するものか，或いはこれら貝自体の消化管内の細菌が生産した $B_{12}$ を吸収したものか不明であるが，アサリ，ハマグリの餌料面から調べると，前述のプランクトンの中 *Copepoda* は比較的大型なミルクイ，オオノガイ等の消化管内には認められているが，アサリ，ハマグリの餌料とはなつていない。しかるに植物プランクトンの *Thalassiothrix sp.* 及び *Coscinodiscus sp.* はアサリ，ハマグリの消化管内に認められている。しかしその量は小量であつて大部分は有機，無機質の砕屑所謂 *Detritus* である[16]。ところで海底面に沈積する浮泥の $B_{12}$ 含量が底質のそれより高く，植物プランクトンと並ぶ $B_{12}$ 含量を有することは $B_{12}$ 含量の見地から，この浮泥がアサリ，ハマグリの餌料の構成成分となる可能性を示唆していると思われる。しかし垂下飼育の場合には一応海底面とは隔絶しているので，餌料は海水中から摂るとしか考えられない。しかるに比較的沖合の海水の結果ではあるが，海水自体の $B_{12}$ 含量は数 $m\gamma/l$ 程度の場合が多いので[17),18)]，垂下飼育のものに $B_{12}$ が多いのは海水自体が主であるとは思われず，海水中に懸濁する物質に由来しているのではないかと推測される。今後はこれ等の機構を究明すべく，生殖巣はじめ，各器官に於ける $B_{12}$ 含量の季節的消長，産卵等による貝の組織中の $B_{12}$ 含量の消長等について研究を進める考えである。

## V. 摘　　要

千葉県浦安地先に於けるアサリ，ハマグリの棲息環境及び時期による体中のビタミン $B_{12}$ 含量の差異等を

調査して次の結果を得た。

1. アサリ，ハマグリともに生殖巣の多い時期即ち産卵前又は産卵期中に体中に $B_{12}$ 含量が多く，生殖巣の少ない時期即ち産卵後は $B_{12}$ 含量が少ない。

2. 天然に沖合に棲息するアサリは沿岸に棲息するものより $B_{12}$ 含量が多い傾向があり，人為的に垂下飼育したものは底棲のものより更に $B_{12}$ 含量が多い。ハマグリについては資料不足のため上記の如き傾向は明らかでなかつた。

又ハマグリの $B_{12}$ 含量は何れの月に於てもアサリのそれより少なかつた。

3. 底質は沖合のものが，沿岸のものより $B_{12}$ 含量が多い傾向があり，沖の底質を垂直的に3層に分けて調べた $B_{12}$ 含量は表層と中層に多く，下層が少なかつた。又浮泥は底質より $B_{12}$ 含量が多い。プランクトンは動物プランクトンを多く含むもの程 $B_{12}$ 含量が多く，植物プランクトンは動物プランクトンより $B_{12}$ 含量が少なかつた。

4. 上記の結果に基づいてアサリ，ハマグリ体中の $B_{12}$ 源と考えられる餌料についての考察を行つた。

## 文　　献


1) Proctor, B. E., Lang, D. A.: Nature, **168**, 36～7, (1951).
2) Maxwell, B. E.: J. Fish. Res. Bd. Can., **9**, 164～168, (1952).
3) 簗瀬： 本誌，**18**，24～26，(1953).
4) 橋本・山田・森： 本誌，**19**，135～140，(1953).
5) 佐藤： ビタミン，**6**，212，(1953).
6) Teeri, A. E., Loughlin, M. E., Jossely, N. D.: Food Research, **22**, 145～150, (1957).
7) 簗瀬： 本誌，**19**，1200～1202，(1954).
8) 柏田： 昭和 32 年度日本水産学会年会講演.
9) 雑誌 "Time", April, 9, (1956).
10) 佐藤： ビタミン，**6**，200，(1953).
11) 古川・久岡： 内水研報告，**10**，1～19，(1957).
12) 滝： 本誌，**15**，479～486，(1950).
13) 橋本・佐藤： 本誌，**19**，987～990，(1954).
14) 簗瀬： 本誌，**21**，194～196，(1955).
15) 高： 本誌，**23**，394～399，(1957).
16) 平坂： 浅海利用調査報告（第1報），1～99，(1917).
17) 柏田・柿本・盛田・金沢・川越： 本誌，**22**，637～640，(1957).
18) 柏田・柿本・川越： 本誌，**23**，450～453，(1957).

# 日本海西部の流刺網漁業の対象となるマイワシ資源の変動の解析と機構について

土 井 長 之
(東海区水産研究所)

## On the Availability of the Sardine *Sardinops melanosticta* Population caught by Drift Gill Nets in the Western Japan Sea

Takeyuki Doi

In determining a population size in the initial period of fishing or the size of recruit, the availability will be considered as a factor playing a greater role than mortality. Unless we take the availability into consideration in our treatment, therefore, it would be sometimes difficult for us to explain the fluctuations in fish catch by combination of any other factors. In this report, we, comparing the variations in actual catches and in theoretical catches calculated from the assumed population models, have proved that the availability can be computed with the aid of an analogue computer designed for analysing population problems.

In order to postulate the mathematical models of a population, the problems concerning the sardine, *Sardinops melanosticta*, exploited by the gill nets in the west Japan Sea, have been treated as examples, because the data such as fishing effort and age composition by gear are better available for the catch in this region than in other parts of our country.

Indicated in Fig. 1 are the comparisons between the actual catches and theoretical ones that are assumed in equations (1) to (9) for various combinations of gear efficiency and natural mortality; in Fig. 3 are the comparisons for another combination assumed after the previous treatment in equation (10). Except for 1953 in Fig. 3, the patterns of theoretical catches in these figures do not fit to the actual ones in any combination of gear efficiency and natural mortality.

Therefore, we have to compute the availability by assuming the most probable values of efficiency of gear (1/100,000) and coefficient of natural mortality (0.5). In Table 1 showing the results obtained, the column A indicates the availability compared with the preceding year, and the column B series of relative availability compared on the basis of 1951. The reasons making the availability vary from year to year and the questions concerning the structures of mechanisms by which the conditions of the initial abundance of a population or recruit will be established are important problems to be solved in the future.

## 1. ま え が き

漁獲量の変動は一つの要因のみによつて支配されるものでなくて，初期資源量又は加入量，漁獲率，自然死亡率等の合成された影響を受ける。初期資源量が定まつてから後の漁獲率や自然死亡率の変化に対応する漁獲量の変動は理論的には取扱いは容易であるが，それらの要因の可能な範囲の組合せの影響だけでは真の漁獲量変動を説明し得ないことがおきる。その場合に初期資源量又は加入量の大小を決める要因として，来遊率等であらわされることもある availavility を考慮に入れた変動機構が考えられる。この報告ではこのような場合についての検討をしてみた。

日本海西部のマイワシの流刺網漁業の漁獲物についてはその漁獲量，漁獲努力量，年令組成等が明に

1958 年 6 月 30 日受理
東海区水産研究所業績 B 第 288 号

ているので，資源力学的に特性値を求めたり変動機構を推測する場合には模式化することが比較的容易であろう。

## 2. 記　号　Notations

今，次のような記号で種々の特性をあらわすとする。

$R$: 加　入　量　Recruits
$N$: 初期資源量（尾数）　Size of population in initial period (individuals)
$C$: 漁獲量（尾数）　Catch (individuals)
$E$: 漁　獲　率　Rate of exploitation
$S$: 生　残　率　Survival rate
$F$: 瞬時漁獲係数　Instantaneous rate of fishing mortality
$M$: 瞬時自然死亡係数　Instantaneous rate of natural mortality
添字 $i$: 年　Year
$X$: 漁獲努力量　Number of fishing efforts
$\alpha$: 漁獲能率　Efficiency of gear

## 3. 計算式と資源模式 1.

ある年級群を追跡する場合を考える。その第1年目の初期資源量を $N_1$ とすれば，第1年目にては，

$$C_1 = N_1 E_1 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= \frac{F_1}{F_1 + M_1}(1 - S_1) \\ S_1 &= e^{-(F_1 + M_1)} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (2)$$

第2年目には，availability の年変化については考えないことにして，模式1として，

$$\left.\begin{aligned} N_2 &= N_1 S_1 \\ C_2 &= N_2 E_2 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (3)$$

同じく第3年目には，

$$\left.\begin{aligned} N_3 &= N_2 S_2 \\ C_3 &= N_3 E_3 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (4)$$

以下同様に，

$$\left.\begin{aligned} N_i &= N_{i-1} S_{i-1} \\ C_i &= N_i E_i \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (5)$$

である。$E_i$ 及び $S_i$ は (2) 式と同じような関係式が $F_i$ と $M_i$ に対して成立する。又

$$F_i = \alpha X_i \quad \cdots\cdots (6)$$

である。アナログコンピューターにて

$$C_i = N_i \frac{F_i}{F_i + M_i}\{1 - e^{-(F_i + M_i)}\} \quad \cdots\cdots (7)$$

（$N_i = 1$ とすれば $C_i$ は $E_i$ になる）

$$N_i = N_{i-1} e^{-(F_{i-1} + M_{i-1})} \quad \cdots\cdots (8)$$

（$N_{i-1} = 1$ とすれば $N_i$ は $S_{i-1}$ の値になる）

の2つの計算式をつくつておけば $F_i, M_i, R_i$ の変化に応じた $C_i, S_i, E_i$, 等の値を直ちに計算することが出来る。

## 4. 日本海西区の流刺網漁業への模式1の適用

日本海西区の流刺網漁獲物の年級変動の分析の模式として1年魚が生残つて2年魚となつて漁獲され，そ

れが更に生残つて3年魚になるとして，available な stock には加入・逸散による変化がないとすれば，上述の模式1が成立ち，

$$\left.\begin{aligned} N_1 &= \frac{C_1}{E_1} \\ N_2 &= N_1 S_1 \\ N_3 &= N_2 S_2 = N_1 S_1 S_2 \\ &\vdots \\ N_i &= N_1 S_1 \cdots\cdots S_{i-1} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (9)$$

とおける。(1) 式と (2) 式に基いて $\alpha$ 及び $M$ を色々と変えてアナログコンピューターにより計算した理論上の漁獲量 $C'$（細い実線と点線）と実際の漁獲量 $C$（太い実線）とを比較したものが第1図である。資料は日本海西区の流刺網の昭和 26 年の 2 才魚を追跡したものである。尚，太い点線は航海数であらわした漁獲努力量である。

比較を容易にする為，$C$ と $C'$ の差を描けば第2図となる。如何なる場合も一致していない。即ち $\alpha$ や $M$ を如何ように変化させても $C$ と $C'$ が一致することは困難である。即ち資源は当然のことながら available stock による出入（逸散・加入）がみとめられる。26 年級においては相対的に 3, 4 年魚に大きな新加入資源があつたことが明かである。尚ここで取扱つたのは刺網による漁獲物の年令組成であるが，日本海には最近旋網漁業が進出している。このために生残率が影響を受け，$F'$ を旋網による漁獲係数とすれば，$S = e^{-(F+F'+M)}$ となる。$F'$ が一定ならばここに取扱つたようでよいが，そうでなければ取扱いにいくつかの考慮すべき点が生じてくる。

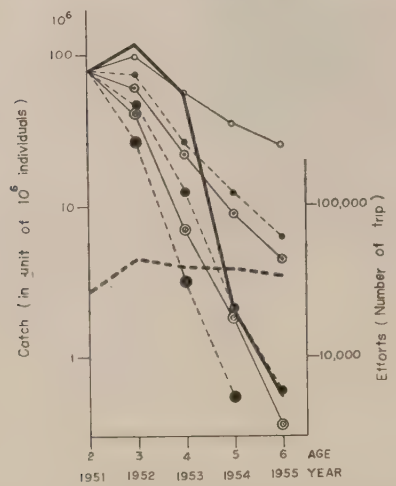



**Fig. 1.** Comparison of actual catch with theoretical ones under the assumption of model 1 with various values of gear efficiency ($\alpha$) and natural mortality coefficient ($M$).
Thick solid line: Actual catch
Thick dotted line: Number of trip
—○—: Theoretical catch when
…●…: 〃 $\alpha=1/100{,}000$ $M=0$
—◉—: 〃 $\alpha=1/50{,}000$ $M=0$
…●…: 〃 $\alpha=1/100{,}000$ $M=0.5$
—◎—: 〃 $\alpha=1/50{,}000$ $M=0.5$
…●…: 〃 $\alpha=1/100{,}000$ $M=1.0$
〃 $\alpha=1/50{,}000$ $M=1.0$

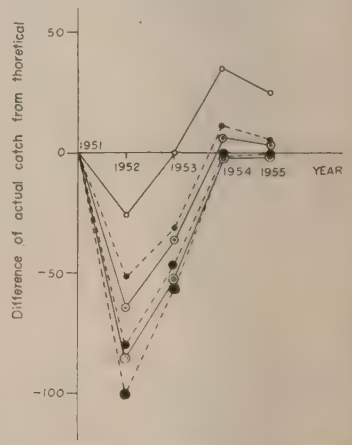



**Fig. 2.** Difference between actual catch and theoretical ones under the assumption of model 1.
For explanations of lines see note of Fig. 1.

## 5. 模 式 2

次に模式2として初期資源量は前年の推定資源量のみに影響されるとして，

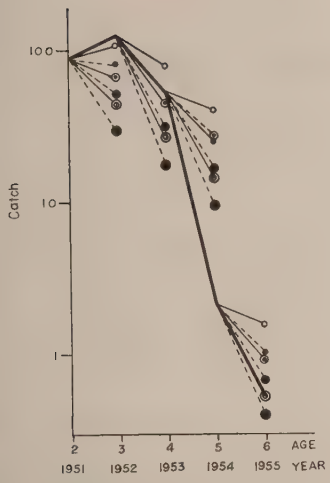



**Fig. 3.** Comparison of actual catch with theoretical ones under the assumption of model 2. For explanations of lines see note of Fig. 1.

**Table 1.** Estimated values of availability, when efficiency of gear ($\alpha$) and coefficient of natural mortality ($M$) are assumed as 1/100,000 and 0.5 the most probable values from Fig. 3.

| Year | A | B |
|---|---|---|
| 1951 | | 1 |
| 1952 | 1.63 | 1.63 |
| 1953 | 1.17 | 1.90 |
| 1954 | 0.08 | 0.15 |
| 1955 | 0.59 | 0.09 |

Column A: availability compared with one in the preceding year.
Column B: relative availability compared with one in 1951.

$$\left.\begin{aligned} N_1 &= \frac{C_1}{E_1} \\ N_2 &= N_1 S_1, \quad N_2' = \frac{C_2}{E_2} \\ N_3 &= N_2' S_2, \quad N_3' = \frac{C_3}{E_3} \\ &\vdots \\ N_i &= N_{i-1}' S_{i-1} \ . \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (10)$$

$$\left.\begin{aligned} C_2'' &= N_2 E_2 \\ C_3'' &= N_3 E_3 \\ &\vdots \\ C_i'' &= N_i E_i \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (11)$$

として求めた理論上の漁獲量 $C''$ は第3図に示す。尚，$N_i'$ は漁獲率より算定した初期資源量であつて，$i=1$ 以外では一般に生残率よりのそれである $N_i$ とは等しくない。

この場合にも実際の漁獲変動とは合わない。

### 6. availability の導入

そこで availability を導入しなければならない。即ち次のように考える。3年魚は availability が大きく 4年魚は大体一致して 3，4 年魚の availability は同一と推定される。 5，6 年魚は availability が減少した。

前年を1とした availability を第3図より求めると $\left(\alpha=\frac{1}{100,000},\ M=0.5\ \text{として}\right)$ 第1表のAとなり，1951年を1として年変動であらわすと第1表のBとなる。結局，模式3として availability が第1表のようであり，漁具能率が $\frac{1}{100,000}$，自然死亡係数が 0.5 位であれば漁況の説明がつく。この場合には漁況を支配する最大要因は初期資源量がどうしてあらわれるかというところにしぼられよう。

### 7. むすび

以上述べてきたことによつて日本海西区の流刺網漁業の対象となるマイワシの漁獲量は，漁獲率，自然死亡率の変化で受ける影響より初期資源量の変化によつて受ける影響の方が割合が大きいと推定される。2～3年魚間で実際のと合つている理論値の漁獲率及び生残率は約 0.5 及び 0.3～0.5 である。日本海西部のマイワシ資源解析の従来の結果[1]と，照し合せてみると不一致は見出されないようである。これは両者とも point estimation でなく，いずれも幅を持つて推定しているからである。この幅を縮めることが今後の研究かといえば必ずしもそうでないと思う。即ちアナログコンピューターでいくら漁獲率や生残率を変えて細部の調節をしてみても，初期資源量の変化を無視する限り漁獲変動を説明することの出来る情報は得られないのであるから，初期資源量の大小がどうしてあらわれるかを研究する方が重要だと考えられる。

尚，このような解析，あるいは改良したものが認められるならば，全国のマイワシ変動について調べて次の機会に報告したい。但しこの場合には，前にも述べたように各種の漁業が行われているのであるから，それらの漁獲努力量を標準化しなければならないので，先ず有効漁獲努力量についての研究が先決となる。

### 文　献

1) 日本海区水産研究所： 鰯資源協同研究経過報告，1957.

# 垂直網の網目と魚体の大きさとの関係

檜山義夫・草下孝也・山下良章
(東京大学農学部)

# Fishing Effects of a Model Lift Nets, regard on Relation between Mesh Size and Fish Length.

Yoshio Hiyama, Takaya Kusaka and Yoshiaki Yamashita

As a fundamental experiment concerning effect of lift net, the authors studied the relation between mesh sizes and fish lengths of catches in model lift nets.

The set of the observation was shown in Fig. 1. as a material of fish was used Carp *Cyprinus carpio*. Population of the carps in the tank is explained on the upper column of Table 1. as the total number 197 individuals. They were taken into consideration on the population to be approached in the natural condition. Net materials were used of mesh sizes 6, 3 and 1.5 cm. and the lifting speeds of the net were selected 3 grades at 5, 10 and 20 seconds per 88 cm.

The results obtained were shown in Table 1. and Fig. 2. for the number of the fish lifted and the catching rate. Fig. 3. were shown a effect what is a indicator of catching efficiency against a certain mesh size and fish length.

垂直移動させる網の漁獲効果に関する基礎実験として，網が魚体をどのように沪過するか，網目の大きさと魚体長の関係を調べ，又，その漁獲は網の引揚げ速度にも影響されるので，これらを合せて観察し，得られた漁獲率について検討した。

## 実験材料及び方法

実験水槽は室内にあるコンクリート製 (80×92×88cm) のものを用い，この中に水平に網枠を沈め，上方に引揚げるように設備した。網枠は針金製の枠 (78×90cm) に綿糸3号無染色を材料とした網目の大きさ，それぞれ 6, 3, 1.5cm の網地をたるませず，網目が正方形にひろがるように張つた3種類を用意した。(Fig. 1)

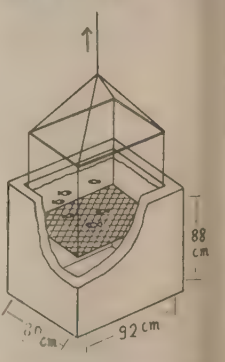



**Fig. 1.** Set of the model lift net

実験魚にはコイ *Cyprinus carpio* (郡内で入手した養殖魚) を用い，それの体長分布を 3cm 100尾，6cm 50尾，9cm 25尾，12cm 12尾，15cm 6尾，18cm 3尾，21cm 1尾とし，体長差 3cm 宛に尾数を 1/2 とし，自然状態の体長分布に近似させた。

実験方法は上記体長分布の合計197尾の魚群を水槽中に遊泳させ，魚の平穏な状況のもとで，水槽の水底に沈めた網枠を上方に一定の速さで引きあげ，網枠が水面上に揚つた時に，直ちに網の上にかかつた魚体の体長尾数を速やかに記録した。引揚速度は水深 88cm を移動させるのに，それぞれ 5, 10, 20 秒の3段階で行つた。従つて，実験は網枠の3種について，引揚速度を変え，計9組の観察を各々10回ずつの繰返しをもつて行なつた。観察は6月20～30日の間，水温約 20°C で行ない，実験の連続は魚を疲労させるので，午前，午後，各々5回ずつの繰返しとどめた。

1958 年 7 月 2 日受理

**Table 1.** Number of fishes on the net lifted and its rate (Averages with each 10 repeatings)

| Mesh size | Lifting time per one haul | Body length | 3cm | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fish number in tank | 100 | 50 | 25 | 12 | 6 | 3 | 1 |
| 6cm | 5 sec. | Number of catch | 0 | 1.7 ± 0.43 | 0.3 ± 0.68 | 1.0 ± 1.66 | 2.1 ± 0.94 | 0.8 ± 0.43 | 0.9 ± 0.32 |
| | | Catching rate (%) | 0 | 3.4 ± 0.86 | 1.2 ± 2.72 | 8.3 ± 13.3 | 35.0 ± 15.6 | 26.6 ± 14.3 | 90.0 ± 32.0 |
| | 10 | No. | 0 | 1.6 ± 1.08 | 0.6 ± 1.08 | 1.9 ± 1.15 | 3.6 ± 0.97 | 2.3 ± 0.83 | 1 ± 0 |
| | | % | 0 | 3.2 ± 2.16 | 2.4 ± 4.32 | 15.8 ± 9.3 | 60.0 ± 16.1 | 76.6 ± 27.6 | 100 ± 0 |
| | 20 | No. | 0 | 1.0 ± 0.82 | 1.8 ± 0.92 | 2.0 ± 1.05 | 2.9 ± 0.74 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 0 | 2.0 ± 1.64 | 7.2 ± 3.68 | 16.6 ± 8.7 | 48.2 ± 12.3 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |
| 3cm | 5 | No. | 5.8 ± 1.14 | 39.0 ± 3.2 | 16.9 ± 24.7 | 8.3 ± 1.16 | 6 ± 0 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 5.8 ± 1.14 | 78.0 ± 6.4 | 67.6 ± 9.88 | 69.1 ± 9.28 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |
| | 10 | No. | 11.0 ± 1.16 | 42.5 ± 3.28 | 17.2 ± 3.85 | 7.5 ± 1.72 | 6 ± 0 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 11.0 ± 1.16 | 85.0 ± 6.56 | 68.8 ± 15.4 | 62.5 ± 13.8 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |
| | 20 | No. | 2.5 ± 2.55 | 38.1 ± 2.65 | 18.9 ± 3.35 | 8.4 ± 2.23 | 6 ± 0 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 2.5 ± 2.55 | 76.2 ± 5.3 | 75.6 ± 13.5 | 70.0 ± 18.5 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |
| 1.5cm | 5 | No. | 97.9 ± 1.80 | 47.5 ± 1.36 | 25 ± 0 | 12 ± 0 | 6 ± 0 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 97.9 ± 18.0 | 95.0 ± 2.72 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |
| | 10 | No. | 98.0 ± 0.94 | 47.9 ± 0.99 | 25 ± 0 | 12 ± 0 | 6 ± 0 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 98.0 ± 0.94 | 95.8 ± 1.98 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |
| | 20 | No. | 87.8 ± 1.03 | 48.1 ± 0.57 | 25 ± 0 | 12 ± 0 | 6 ± 0 | 3 ± 0 | 1 ± 0 |
| | | % | 87.8 ± 1.03 | 96.2 ± 1.14 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 | 100 ± 0 |

## 結果及び検討

結果は Table 1. 及び Fig. 2. に示したごとく，先ず各々の繰返しの平均値及び標準偏差を求め，次に各体長別の分布尾数に対する捕獲率を 100 分率で求めた。

実験計画の際に体長分布を $100\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{3}-1}$ （$n$ は魚体長，単位 cm）

にとつたが，結果からは特に検討に値する点は見られない。しかし，実験実施上観察しやすい適切な処置であつたと感じられた。

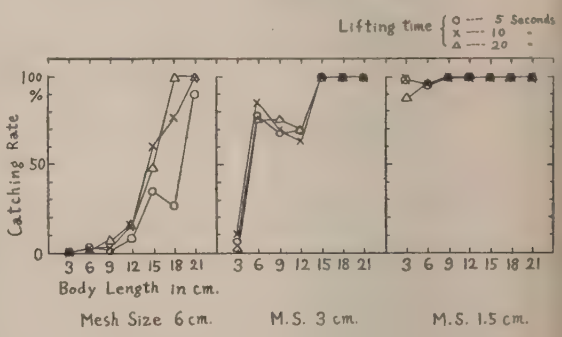



**Fig. 2.** Catching rate regard to relation between lifting speed of net frame and fish length

先ず，網目の大きさと魚体の関係をみると，網目 6cm では体長の増加に従い，捕獲率がよくなり，体長 21cm で，ほぼ確実に捕獲している。網目 3cm の場合は，体長 3cm では殆んど捕獲できないが，体長 6cm からは捕獲率が急激に増加して 80% 前後になり，体長 9 又は 12cm ではかえつて捕獲率が 70% 前後に減つており，体長 15cm 以上では完全に捕獲している。網目 1.5cm では体長 3cm から，捕獲率は 100% に近く，体長 9cm 以上では完全に捕獲している。

そこで，この結果について，ある魚体長に対して，ある網目の大きさの漁具を用いれば，どの程度の捕獲率を期待できるかを示す関係図を求めてみた。(Fig. 3) この図からして，概略ではあるが，対象とする魚の体長に対して，使用する漁具の網目の大きさを選定し，又，漁獲効果を推測することができる。

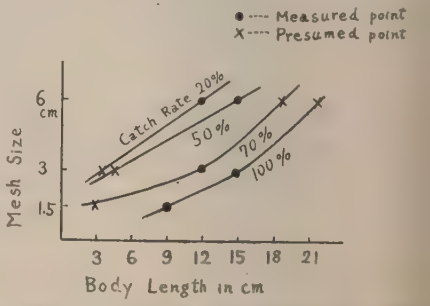



**Fig. 3.** Catching rate against some mesh size and fish body length

次に網枠の引揚速度による捕獲率の変化をみると全般的には特に差異はみられないが，注意すべきは，網目 6cm において，引揚時間 5 秒では体長 9～21cm について捕獲率が低く，体長 18cm では平均値が明らかに異つている。又，網目 3cm の場合，引揚時間にかかわらず，体長 6～12cm の範囲では体長の増大とは逆に捕獲率が低下している。常識では引つくり網をおこなえば魚体が網目をより多く通りぬけて，捕獲率が低くなると考えられるが，上記から推察すると，網を急速に引揚ける場合には，流れおちる水の勢によつて，魚体が網目をぬけおちやすいという現象があるのではないかと思われる。

以上の如く，垂直網の漁獲効果は，その網目の大きさに著しく左右されるものであるが，その魚体長と網目の大きさとの関係をかなり明確にすることができた。

## 文　　献

1) 神田献二：網地の縮結と魚群の網目の通過について—I. & II. 本誌，**18**, 8., **19**, 11. (1952～53
2) 草下孝也：曳網に関する二つの実験方法による網目の大きさ，本誌，**22**, 11. (1957).

# 魚群探知機による定置網漁場における魚道の測量の一つの試み (予報)

川田三郎・田原陽三
(東海区水産研究所)

# An Attempt for Detecting the Swimming Course of Fish Schools at a Set Net Fishing Ground by Fish Finder (Preliminary Report)

Saburo Kawada and Yozo Tawara

It is important for improving the catching efficiency of set net to detect the swimming course of fish schools in fishing areas. For this purpose the experiments were carried out at Yoshihama Bay, Iwate Prefecture during November to December, 1954 (Table 1).

Two survey boats, each installed with a vertical type of fish finder, sailed back and forth along the detecting course selected as shown in Fig. 1. A number of points where we encountered with fish schools, were plotted on a chart to calculate the encounter index. The swimming course of fish schools was estimated as follows.

The fish schools which enterd the northern part of the bay, at a speed of 0.5～2 m/sec (Tables 3 and 4), swam to the south along the isobath of 40～60 meters and reached at the front of the set net. According to our observation they were expected to fall into the set net on their way of going out the bay (Figs. 3 and 4).

Further studies are under way to obtain better results by using simultaneously a vertical type and a horizontal type of fish finder.

**緒言**: 定置網の漁獲性能を向上させるためには種々の要件が考えられるが，魚群が湾内に差込んでからどのように移動し定置網に入るかを知ることは重要な要件の一つであろう。すなわち魚道を知るということは魚群の入網を待つという消極的な定置網漁業にとつては網の設定位置の決定上重要な問題である。そこで吾々は魚群探知機を利用して湾内の魚道の測量を試みた。取敢えず資料の整理について残された疑点の検討は別の機会に譲つて，本文では測量の方法とその結果を報告する。

**測量の方法**: 測量を試みた海域は吉浜湾(岩手県)であつて，この湾に於ける魚群の動きの全般的な姿を把握することを主目的に，特に網の前面に重点を置いて測量線をなるべく等深線に直交させ，なお，また航走時に明瞭な目標を与えるように，逆K字型と三角型の二つの測定線を撰んだ (Fig. 1)。測量線上を 4～5 節で往復する魚群探知機の記録から遭遇した魚群位置をチャート上にプロットした上で魚群遭遇指数を計算して魚道を推定した。

1. 魚群遭遇指数の求め方: 各測量線を 200 m 毎に区切り全区間を通じて平均の遭遇魚群数を求め，$i$ 回目の測量にこれが $X_i$ で $A$ 区間で $A_i$, $B$ 区間で $B_i$, $C$ 区間で $C_i$ …… であるとき

$$\sum (A_i - aX_i)^2$$

を最小とする値すなわち

$$a = \frac{\sum A_i X_i}{\sum X_i^2}$$

1958 年 7 月 31 日受理
東海区水産研究所業績B第 293 号

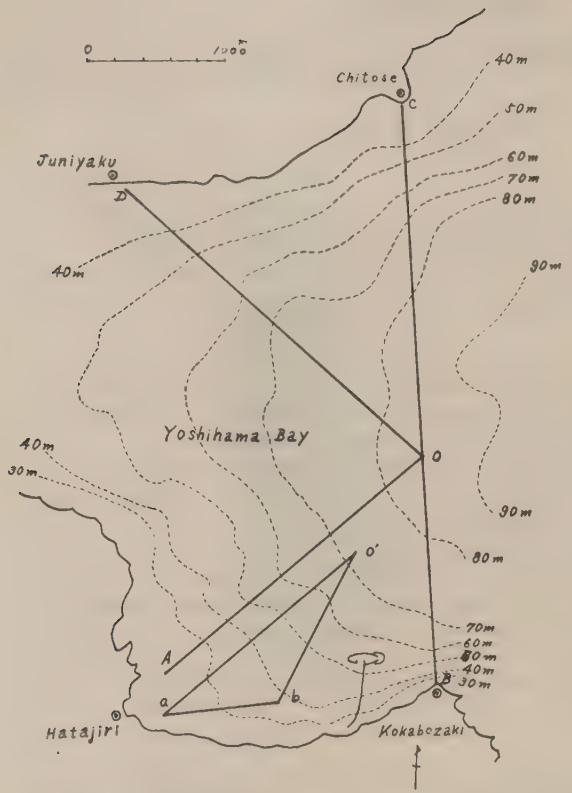



**Fig. 1.** Set net fishing ground (Yoshihama Bay).

**Table 1.** Date and time when detecting were carried out.

| Inverted $K$ course | | | Triangle course | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Date | Time | No. | Date | Time |
| 1 | Nov. 6 | $14.^{10}$～$16.^{32}$ | I | Nov. 13 | $10.^{28}$～$12.^{06}$ |
| 2 | 〃 7 | $05.^{09}$～$07.^{50}$ | II | 〃 16 | $11.^{17}$～$12.^{24}$ |
| 3 | 〃 7 | $13.^{25}$～$15.^{58}$ | III | 〃 16 | $15.^{04}$～$16.^{12}$ |
| 4 | 〃 8 | $05.^{35}$～$08.^{05}$ | IV | 〃 17 | $11.^{15}$～$14.^{16}$ |
| 5 | 〃 8 | $13.^{04}$～$15.^{45}$ | V | 〃 19 | $10.^{20}$～$11.^{18}$ |
| 6 | 〃 9 | $04.^{54}$～$07.^{52}$ | VI | 〃 24 | $09.^{27}$～$12.^{17}$ |
| 7 | 〃 9 | $14.^{41}$～$16.^{44}$ | VII | 〃 25 | $12.^{45}$～$14.^{07}$ |
| 8 | Dec. 1 | $13.^{22}$～$15.^{07}$ | VIII | 〃 28 | $10.^{02}$～$12.^{14}$ |
| 9 | 〃 2 | $05.^{53}$～$07.^{36}$ | | | |
| 10 | 〃 2 | $13.^{04}$～$14.^{53}$ | | | |

でもつて $A$ 区間の魚群遭遇指数とする。

魚群探知機の記録像から魚種の判定，魚群量の決定等は困難であるのでここでは単に遭遇魚群数のみを用いることにした。

2. 移動速度の求め方: 記録像からは直ちに同一魚群と断定は出来ないが，記録像の形状その他から同一魚群と認定される記録像をピックアップして遭遇位置と時間の関係から湾内に於ける移動速度を推定した。

3. 游泳水深の求め方: 魚群の游泳水深としては記録像の上限の水深を用いた。

なお，移動の方向を確認するために追尾をも行つた。

**測量の結果**: 1954 年 11 月初旬から 12 月初旬にかけて，逆 K 字型測量線には岩手県水産試験場の早池峰丸で地崎製作所 K.K. の CK-252 型魚群探知機 (40 KC, 円弧式, 湿式) を使用し，三角型測量線には釣漁船をチャーターし，日本無線 K.K. の NMD-203 型魚群探知機 (50 KC, 円弧式, 乾式) を使用した (Fig. 1 及び Table 1)。

o または o′ を基点とする測量線の各々について魚群遭遇指数を計算した結果は Fig. 2 及び Fig. 3 の通りでこの計算を Table 2 に例示する。

移動速度の推定は Table 3 及び Table 4 に示す通り。

游泳水深すなわち魚群の上面の水深は Fig. 4 及び Fig. 5 に示す。

以上の結果から魚道を推定することは測量回数の少いこと，資料の解折の不確かさのため困難であるが，魚群探知機による魚群の追尾，魚群の直接観察，海況の観察等と考え合せて次のようにいうことが出来る。

1. 湾内全体の動き: 湾内に差込んだ魚群は 1～2 m/sec. の速さで陸に接近して水深 40～60m 線の範囲を等深線に平

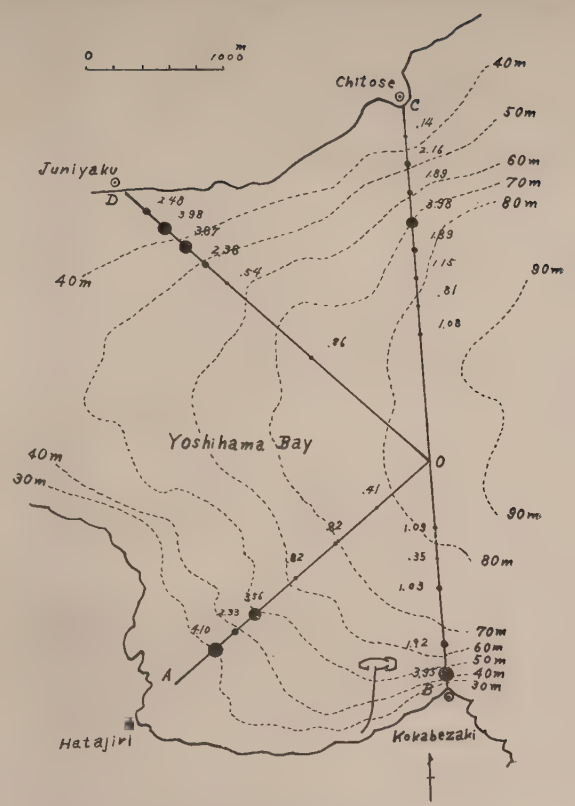



**Fig. 2.** Encounter index of fish schools in the inverted *K* course.

Both size of the dots and numerals along them the encounter index.

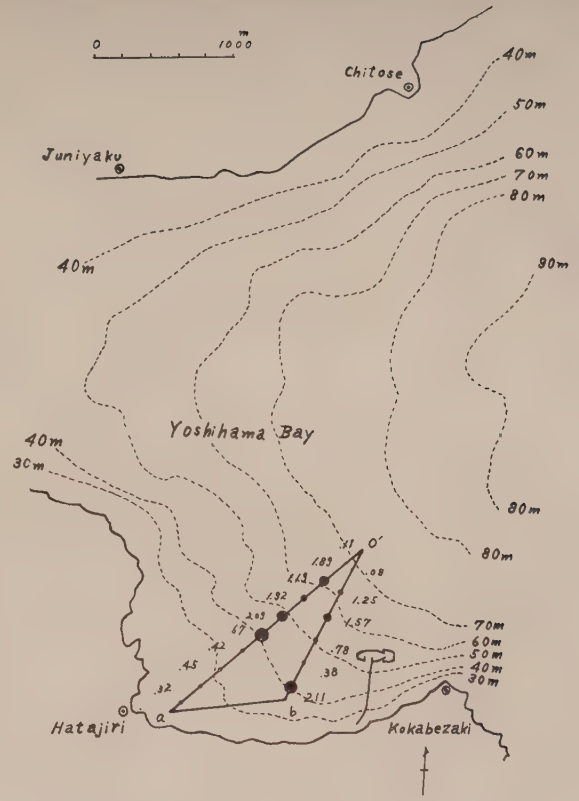



**Fig. 3.** Encounter index of fish schools in the triangle course.

Both size of the dots and numerals along them the encounter index.

**Table 2.** Encounter index calculated from

| Distance from A to O | 0 | | 200 | | 400 | | 600 | | 800 | | 1000 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $i$ | $A_i$ | $A_iX_i$ | $B_i$ | $B_iX_i$ | $C_i$ | $C_iX_i$ | $D_i$ | $D_iX_i$ | $E_i$ | $E_iX_i$ | $F_i$ | $F_iX_i$ |
| 1 | | | | | .50 | .042 | .50 | .042 | | | | |
| 2 | | | | | .50 | .021 | | | | | | |
| 3 | | | 1.00 | .083 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | .50 | .063 | .50 | .063 | .50 | .063 | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | 1.00 | .250 | | | 1.00 | .250 | | | .50 | .125 |
| 8 | | | .50 | .063 | | | .50 | .062 | | | | |
| 9 | | | 1.00 | .167 | 1.00 | .169 | | | | | | |
| 10 | | | | | .50 | .063 | 1.00 | .125 | | | | |
| $\Sigma$ | | | | .626 | | .350 | | .543 | | | | .125 |
| $a=\frac{\sum N_iX_i}{\sum X_i^2}$ | | | 4.10 | | 2.33 | | 3.56 | | | | .82 | |

**Table 3.** Swimming speed of fish schools in the inverted $K$ course.

| Date | Encountering course | Distance m | Time min. | Swimming speed m/sec. |
|---|---|---|---|---|
| Nov. 8 | OD～OA | 4,000 | 74 | .9 |
| 〃 9 | OC～OD | 1,600 | 18 | 1.5 |
| Dec. 1 | OC～OA | 5,600 | 55 | 1.7 |
| 〃 2 | OA～OB | 1,800 | 25 | 1.4 |
| 〃 2 | OC～OD | 1,600 | 26 | 1.0 |
| 〃 2 | OC～OA | 5,600 | 27 | 1.6 |

**Table 4.** Swimming speed of fish schools in the triangle course.

| Date | Encountering course | Distance m | Time min. | Swimming speed m/sec. |
|---|---|---|---|---|
| Nov. 16 | o′a～o′b | 350 | 7 | .8 |
| 〃 16 | 〃 | 300 | 6 | .8 |
| 〃 16 | 〃 | 350 | 8 | .7 |
| 〃 16 | 〃 | 500 | 12 | .7 |
| 〃 16 | o′a～ab | 400 | 16 | .4 |
| 〃 17 | o′a～o′b | 500 | 12 | .7 |
| 〃 24 | 〃 | 100 | 1 | 1.7 |
| 〃 24 | 〃 | 250 | 6 | .7 |
| 〃 25 | 〃 | 150 | 2 | 1.2 |
| 〃 28 | 〃 | 150 | 7 | .3 |
| 〃 28 | 〃 | 400 | 13 | .5 |

行して湾奥部に到り，南側に転じて小壁漁場前面の窪みに落付き，小壁漁場前面を離れて湾外に去ろうとする際小壁の網に出合うものと推定される。その時の游泳水深は 15～30m のものが多い。

2. 網前面の動き：小壁漁場前面の窪みに落付いた魚群の一部は .5～1 m/sec. の速さで垣網前面に向い，また一部は沖合に転じて 1～2 m/sec. の速さで湾外に向うものと推定される。游泳水深は o′～a コースでは 5～30 m，o′～b コースではそれよりやや広く 5～40 m に多い。湾外に去ろうとする際網を認識すると魚群は幾らか深く潜るのではないかと思われる。

今回の測量には錯直式魚群探知機のみを使用したが水平式魚群探知機の発達にともない両者を併用すればさらに魚道の測量は次のような点で確実さを増すものと思われる。魚群遭遇指数は遭遇魚群数から計算したもので魚群の移動方向，魚群の量等を考慮に入れてないが水平式魚群探知機の併用によってそれらの点も或程度まではつきりする。

the data in the course extending from A to O.

1200 1400 1600 1800 2000 2200 2300 m

| $G_i$ | $G_iX_i$ | $H_i$ | $H_iX_i$ | $I_i$ | $I_iX_i$ | $J_i$ | $J_iX_i$ | $K_i$ | $K_iX_i$ | $L_i$ | $L_iX_i$ | $X_i$ | $X_i^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | .083 | .0069 |
| | | | | | | | | | | | | .042 | .0018 |
| | | | | | | | | | | | | .083 | .0069 |
| | | | | | | | | | | | | .000 | .0000 |
| | | | | | | | | | | | | .125 | .0156 |
| | | | | | | | | | | | | .000 | .0000 |
| | | .50 | .125 | | | | | | | | | .250 | .0625 |
| | | | | | | .50 | .063 | | | | | .125 | .0156 |
| | | | | | | | | | | | | .167 | .0279 |
| | | | | | | | | | | | | .125 | .0156 |
| | | | .125 | | | | .063 | | | | | | .1528 |
| | | .82 | | | | .41 | | | | | | | |

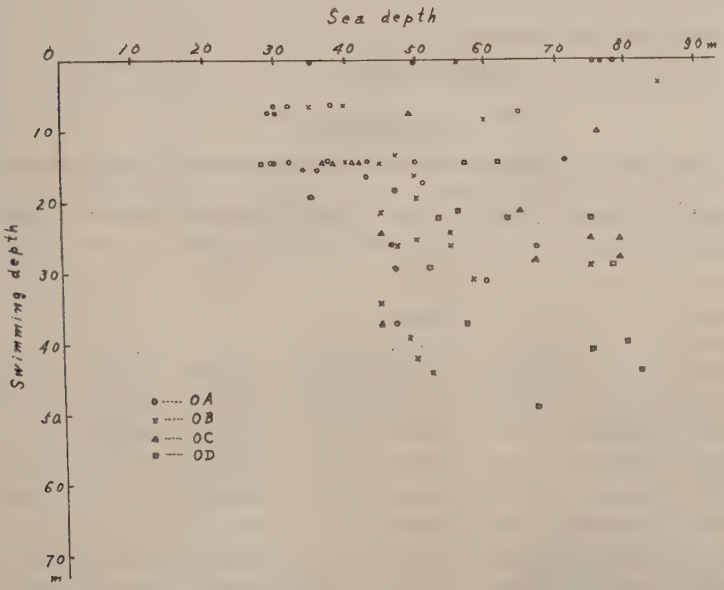



**Fig. 4.** Swimming depth of fish schools in the inverted $K$ course.

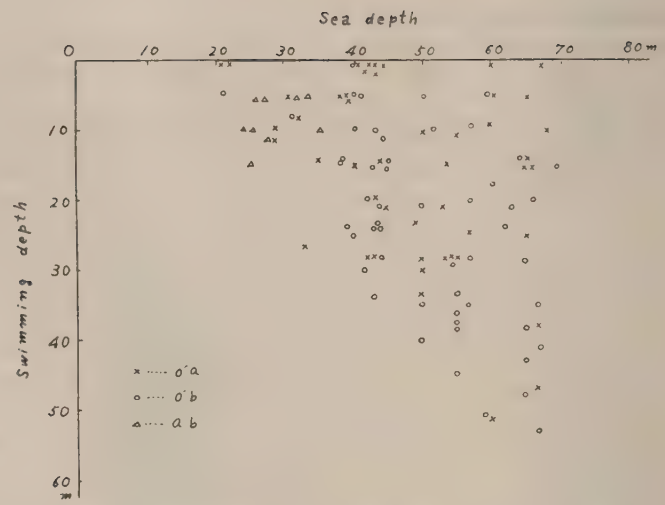



**Fig. 5.** Swimming depth of fish schools in the triangle course.

本稿を終るに当り有益なる御助言と御校閲を賜わつた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士，東海区水産研究所高山重嶺技官に深謝の意を表わす。この実験と資料取纏に協力された，本研究所漁具漁法部員，またこの実験に協力された岩手県水産試験場の方々および小壁漁場の方々に感謝の意を表わす。

なお，本研究に農林省応用研究費の補助をえたことを附言する。

参考までに小壁網の実験中の日日の漁獲量を Appendix table 1 に示しておく。

**Appendix table 1.**

Daily catch in Kokabe set net during the experiment. (1 kan ≒ 3.75 kg)

| Date | Yellowtails | Mackerels | Others | Total | Date | Yellowtails | Mackerels | Others | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | kan | kan | kan | kan | | kan | kan | kan | kan |
| 11.6 | — | 779.5 | — | 779.5 | 11.20 | 609.1 | 614.3 | 12.4 | 1235.8 |
| 7 | 185.8 | 699.8 | 143.7 | 1029.3 | 21 | 93.8 | 107.6 | 37.8 | 239.2 |
| 8 | 640.8 | — | 397.8 | 1038.6 | 22 | — | — | — | — |
| 9 | 18.2 | 544.3 | 100.3 | 662.8 | 23 | 882.3 | 1675.1 | 98.0 | 2655.4 |
| 10 | 12.0 | 1.2 | 125.1 | 138.3 | 24 | 607.7 | 660.0 | 24.6 | 1292.3 |
| 11 | 100.6 | — | 716.0 | 816.6 | 25 | 167.7 | 121.3 | — | 289.0 |
| 12 | 100.5 | 2000.8 | 6.7 | 2108.0 | 26 | 11.5 | 2261.0 | 134.5 | 2407.0 |
| 13 | 5820.1 | 2697.3 | 92.1 | 8609.5 | 27 | 447.6 | 1460.0 | 13.4 | 1971.0 |
| 14 | 971.9 | 3352.8 | 250.5 | 4575.2 | 28 | 995.5 | — | 9.5 | 1005.0 |
| 15 | — | 1142.3 | 60.7 | 1203.0 | 29 | 582.8 | 51.4 | 7.3 | 641.5 |
| 16 | 1156.4 | 780.2 | 93.8 | 2030.4 | 30 | 8435.0 | 530.0 | 2.7 | 8967.7 |
| 17 | 12.5 | 698.8 | 141.3 | 852.6 | 12.1 | 15159.8 | 516.0 | 74.0 | 15749.8 |
| 18 | 358.5 | 54.6 | 27.7 | 440.8 | 2 | 7823.4 | 7.6 | 354.5 | 8185.5 |
| 19 | 8.0 | 30.0 | 38.4 | 76.4 | 3 | 10045.6 | — | 55.0 | 10100.6 |

# 胎生魚タケノコメバルの卵発生と仔魚期

藤 田 矢 郎
(九大農学部水産学教室)

## On the Egg Development and Larval Stages of a Viviparous Scorpaenid Fish, Sebastes oblongus Günther.

Shiro Fujita*

**Sebtases oblongus** Günther is a common viviparous scorpaenid fish in Japan. From November to December, 1955 and 1956, the author reared female parent fish incubating fertilized eggs, and observed the development in the egg squeezed from the parent fish. Spawned larvae were also reared for about one month in a glass jar, feeding the brine-shrimp nauplii.

On November 23, 1956, a female parent fish (210 mm in total length) bearing developing eggs at 16-cell stage (Fig. 1) was caught and kept in an aquarium. In 7 days after being caught, this fish abnormally released all the eggs at 27-myotome stage. On November 29, 1956, another female (208 mm) with developing eggs at more advanced stage (Fig. 6) was caught and kept in an aquarium. In 17½ days after being caught this fish naturally spawned larvae in the tank.

Fertilized eggs at the early developing stages are spherical in shape, measuring 1.55～1.60 mm in diameter, with a number of orange oil-grobules. In the coures of development, the eggs became larger and changed in shape (Figs. 1～8). Newly spawned larvae (including the one of Fig. 9), measuring 7.25～7.50 mm in total length had 27 (8+19) myotomes and swam freely in the glass jar. The melanophores and small xanthophores were distributed on the top of head, on the back of trunk, around the intestine tube, and on the middle part of the tail, but none on the pectoral fins. In 5 or 6 days after being spawned, the larva (7.20 mm) consumed all the yolk and began to eat the brine-shrimp nauplii. In 25～30 days after being spawned, the larvae (including the one of Fig. 12), measuring 12～14 mm in total length, reached the end of the post-larval stage. All the fins were well formed with a complete set of fin rays (D, VIII-13～14, A, III-7, P, 16, V, 1-5).

## 緒 言

タケノコメバル **Sebtases oblongus** Günther は函館以南，九州及び朝鮮南部沿岸に極く普通に見られるフサカサゴ科の魚で卵胎生である。従来胎生魚の卵発生については，内田恵太郎氏がウミタナゴ (1937, 1938)[1),2)]，メバル (1943)[3)]などに於て行つた如く，胎内に発生中の卵を持つた雌魚の腹部を産仔全期に亘つて次々に切開して発生段階を追跡する方法がとられていた。しかし，この方法では卵発生の時間的経過を確かめることは困難であり，且非常に多数の親魚について調査しなければならない。筆者は胎内に受精卵を持つたタケノコメバルの親魚を採集して，水族館（門司市立和布刈水族館）の流水式水槽中で飼育し，適時親魚の腹から発生中の卵の一部を絞り出して卵発生の諸経過をほぼ明らかにし，又同一の親魚から水槽中に自然に産み出された仔魚をブライン・シュリンプの孵化幼生を用いて約1カ月間，仔魚の各鰭の条数がほぼ定数に達するまで飼育観察したので報告する。

卵発生の観察は 1955 年と 1956 年の冬相異なる2尾の親魚について行つた。1955 年のものは採集時卵

1958 年 7 月 14 日受理
* Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University.

の発生段階は 16 細胞期であつたが，採集後 7⅙ 日で卵発生の途中親魚が全部卵を放出し，卵は間もなく斃死した。1956 年のものは親魚採集後 17½ 日で水槽中に自然に仔魚を産み出した。そこで本報告には受精直後から 16 細胞期に至るまで及び筋節が定数 (27) に達し，油球が 1 個になつてから後，卵の形が西洋梨形になり胚体上に黒色胞が現われるまでの発生経過を明らかにすることが出来なかつた。

本研究に当り終始御指導下さり，且本稿の御校閲を戴いた内田恵太郎教授に謹んで深謝の意を表する。

## 材料及び方法

冬期門司市沿岸のマスアミ又は底刺網で獲れる腹部の膨出した産仔期のタケノコメバルの雌魚を集めて，1 トン入り (1 m×1 m×1 m) の流水式水槽中で飼育し．適時親魚の腹から卵を絞り出して発生経過を確かめた。絞り出した卵は海水中では数時間乃至 1～2 日で斃死する。採集時損傷を受けている親魚から採卵すると卵発生の途中で親魚が卵を全部放出することが多いが，そのため親魚が死ぬことは比較的少ない。

親魚飼育中に卵発生が進んで仔魚が水槽中に自然に産み出されると，これを集めて直径 360 mm，高さ 240 mm の円筒形のガラス水槽中に収容し，熱帯魚飼育用の温度調節器を用いて水温を 16～18°C に保ち，時々海水を取り換えて止水で飼育した。餌としてブライン・シュリンプの孵化幼生を用い，仔魚出生後 2 日目から投餌を始め，斃死するまで約 30 日間これを与えた。

## 産仔期，卵及び卵発生

産仔期　1955 年及び 1956 年の関門附近の本種の産仔期は親魚の卵巣の状態から考えて 11 月中旬から 1 月中旬に亘つたものと思われる。受精卵の発生段階が全卵ほぼ等しいこと及び水槽中の仔魚産出の観察から 1 腹の仔魚は全部一度に産み出されるものと考えられる。

卵　全長 210 mm の個体から得た 16 細胞期の卵は橙黄色の油球数 10 個を有する無色透明の球形卵で海水中では胚を下，油球を上にして水底に沈下する。卵膜は著しくうすく，卵黄とともに特殊な構造は見られない。卵径 1.55～1.60 mm で卵膜腔は狭い。油球の数と大きさは直径 0.5 mm 位のもの 1 個，0.25 mm 位のもの 5～10 個，0.05 mm 位のもの 20～30 個で何れも橙黄色を呈する。

卵径は発生が進むにつれて大きくなり，油球も癒合して 1 個になる。卵の形も発生が進むに従つて変化する。発生初期から胚体の筋節数が定数に達し，油球が 1 個になる頃までは真球形であるが，眼に黒色胞が現われ，腸管周辺に黒色胞が見られる頃から西洋梨形に変り，発生が進むに従つてそのままの形で卵径が大きくなり，卵発生の終期になると再変して長楕円形になる。

卵黄には卵発生の始めには特殊な構造は見られないが，胚体の頭頂及び尾部に黒色胞が見られる頃から無数の泡沫状構造が現われる。

孕卵数　全長 350 mm の大形個体では左卵巣内卵数 45363 個，右 66793 個，合計 112156 個であつた。

卵発生　1955 年 11 月 23 日 8 時 30 分，全長 210 mm の親魚を採集し，水温 14.0～15.5°C の流水式水槽に収容し，卵発生の途中親魚が卵を全部放出するまで約 7⅙ 日間飼育採卵した。

親魚採集後 1½ 時間で採卵して発生段階を確かめると 16 細胞期 (Fig. 1) であつた。採集後 24 時間で Morula 後期に達し (Fig. 2)，卵径は 1.65 mm で胚質はうすい麦藁色を呈する。採集後 53 時間では胚皮は卵黄径のほぼ ½ を掩い (Fig. 3)，卵径は 1.65～1.85 mm であつた。77 時間では筋節 7 個が認められ眼胞が形成され，油球は形が大きくなり数が減つている。卵径は 1.7 mm である (Fig. 4)。5⅙ 日では筋節 27～28 個が数えられほぼ定数に達し，胚体は尾部を左右に動かし，心臓が鼓動している。腸管の原基が現われ，眼球が形成されているが，目にも胚体上にも黒色胞はまだ見られない。油球は大油球 1 個とその周囲に数個の小油球が見られるものが多い (Fig. 5)。親魚採集後 7⅙ 日で親魚が卵を全部放出し，数時間後に卵は斃死した。その時の卵の形は真球形で，油球は大油球 1 個になつているものが多く，黒色胞は胚体上にも眼にもまだ見られず，5⅙ 日後の卵に比して大差はない。この親魚の卵についてはここで観察を終つた。

1956 年 11 月 29 日 9 時，全長 248 mm の親魚を採集し，水温 13.5～17.5°C の流水式水槽中で飼育し

た。採集後 3½ 日で採卵して観察すると卵の形は西洋梨形で長径 2.0 mm，短径 1.6 mm で卵膜はうすく，卵黄中に 0.6～0.75 mm の橙黄色の大油球1個が見られたが，卵黄に泡沫状構造はまだ現われていなかつた。既に胸鰭の原基が形成され，筋節 27 が数えられた。目と腸管の周辺に黒色胞があり，胴部背面にも1～2 個の小黒色胞のある個体もあつた (Fig. 6)。卵殻から胚体を取り出して測定すると，全長 4.3～4.75 mm，卵黄径 1.35 mm であつた。採集後 9½ 日では卵の形は西洋梨形で長径 2.4 mm，短径 2.05 mm で卵はかなり肥大しており，卵黄に泡沫状構造が認められる。頭頂，胴部背面，腸管周辺，尾部に黒色胞が多数見られ，特に尾部中央部では黒色横帯を形成している。黄色胞はまだ現われていない (Fig. 7)。卵殻から胚体を取り出して測定すると全長 6.0 mm，卵黄径 1.25 mm，油球径 0.6 mm，筋節数 9+18=27 であつた。採集後 14½ 日では卵の形は長楕円形で，長径 3.4 mm，短径 1.75 mm，油球径 0.4 mm で胚体上の黒色胞のある部分には黄色胞が多数散在している (Fig. 8)。採集後 17½ 日で最初の自然出産が見られた。出産が近づいたと思われる別の親魚の腸を切開すると長楕円形の卵も見られるが，仔魚は卵殻から殆んど出ており，孵出は出生に先立つて親魚の胎内で行われるものと考えられる。

受精後仔魚出生までの所要日数は同一親魚による観察を欠くので正確ではないが，1955 年と 1956 年の観察結果から水温 13.5～17.5°C では 30 日内外と推定される。

## 仔　　魚

出生直後の仔魚 (Fig. 9) は全長 7.25～7.5 mm で卵黄に泡沫状構造が見られ，卵黄径 1.0～1.35 mm，油球は卵黄の中央よりやや後方に位置し，淡橙黄色で径 0.25～0.4 mm である。筋節数は 8+19 = 27 (成魚の脊椎骨数 11+15 = 26) で肛門は魚体の前方から約 ⅔ の所，第 8～9 筋節下に開口している。口は開き，鰓蓋，鰓，胸鰭の原基が既に形成されている。樹枝状の黒色胞と点状の黄色胞又は橙色胞が頭頂，胴部背面，腸管周辺，卵黄前端下及び尾部に多数分布し，尾部中央部では密集して巾広い黒色横帯を形成している。胸鰭上には全く黒色胞は見られず[4]，胴部腹面にも少い。仔魚膜鰭の全面に顆粒状構造が見られる。

出生直後から仔魚は自由に水槽（水深 1 m）の中層，表層を游泳し，尾部を強く振つて瞬間的に突進することが出来る。

出生後 2 日目からブライン・シュリンプの孵化幼生を与えたが，明らかに捕食する様になつたのは出生後 5～6 日目からであつた。

出生後 5～7 日で卵黄を吸収し尽し，出生直後に比して体高は高くなつているが，体長は 7.0～7.2 mm であつた。肛門の位置は変らないが，鰾の原基が現われ，鰓蓋前骨後端に1本，後頭部頭頂に1対の棘が見られる。黒色胞が頭部から尾部に至る魚体の全面に密在し，尾部の黒色胞帯は見られなくなつている。特にこの時期の仔魚では胴部背面と尾部の背腹両面の黒色胞は仔魚膜鰭内に僅かに侵入している。仔魚は飼育水の中層，表層を泳ぎ廻つて，尾部を曲げてブライン・シュリンプの幼生に飛びかかつて捕食する。

出生後 19 日で全長 8～11 mm に達し，成長のよい個体では仔魚膜鰭が消滅し，背鰭，臀鰭，尾鰭が分離している個体もある。Fig. 11 に示す個体は全長 8.5 mm で仔魚膜鰭上に背鰭と臀鰭の原基が見られ，頭部の発達が著しく，鰓蓋前骨に3本の棘が現われている。後頭部の棘の縁辺にはまだ鋸歯は見られない。ホルマリン固定標本では頭部から尾部にかけて魚体の全面に黒色胞がよく発達しているが，生時は黒色胞が収縮して殆んど無色透明に見えるものが多い。この時期の仔魚では胸鰭の鰭条に沿つて大形の黒色胞が見られる。

出生後 25～30 日で全長 12～14 mm に達し (Fig. 12)，頭部はよく発達し鰓蓋前骨の後縁には2列に棘が見られ，頭頂にある1対の巨大な棘の外縁には鋸歯が現われている。各鰭の鰭条は背鰭 13 棘 13～14 軟条，臀鰭 3 棘 7 軟条，腹鰭 1 棘 5 軟条，胸鰭 16 軟条が数えられ，ほぼ定数に達したものと考えられる。固定標本では黒色胞は頭部から尾部にかけてよく発達し，仔魚は黒く見えるが，生時は黒色胞は収縮しており，殆んど無色透明でやや青味を帯びている。胸鰭の鰭条に沿つて見られた黒色胞は一部消失し，中央部鰭条の基部にのみ見られる。

Plate 1.

Developing eggs and reared larvae

1) 16-cell stage, the egg (1.55 mm in egg-diameter) was squeezed with others from the parent fish, 1 hour after being caught. 2) Morula stage, 1.65 mm in diameter, 24 hr. 3) 1.75 mm in diameter, 53 hr. 4) 7 myotome stage, eye balls formed, 1.75 mm in diameter, 77 hr. 5) 27-myotome stage, heart beating, eye-lens formed, 5 days. (All the eggs were released abnormally in the course of egg development.) 6) 27-myotome stage, with a single oil-grobule. (The eggs, 2.0×1.6 mm, were squeezed from the another parent fish, 84 hours after being caught.) 7) Alveolar structures appeared on the yolk, 2.40×2.05 mm in diameter, 9 days. 8) Yellow pigment cells appeared on the embryonal body, 3.40×1.75 mm in diameter, 14 days. 9) Newly spawned larva, 7.25 mm in total length. 10) 6 days old larva, 7.20 mm. 11) 19 days old larva, 8.50 mm. 12) 30 days old larva, 14 mm.

小型ガラス鉢による止水飼育では出生後約30日で後期仔魚末期に達し，仔魚はこの時期に全部斃死した。

## 文　　献

1) 内田恵太郎：科学，**7**，(10)，400～401 (1937).
2) ————：動物学雑誌，**50**，(4)，194 (1938).
3) ————：海洋の科学，**3**，(10)，427～436 (1943).
4) 藤田矢郎：魚類学雑誌，**6**，(4/5/6)，91～93 (1957).

# On the Model Experiment of the British Columbia Mid-water Trawl–I

Otohiko Suzuki

*(Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Maizuru)*

## Introduction

Of late years, it has been actively tried to fish by means of a mid-water trawl in some countries. Although it is reported considerably successful, this new-born fishing gear is on the way of development. It seems to be remained yet a good many respects to be improved. Recently, a new type of mid-water trawl was manufactured for a trial by Barraclough and Johnson[1] in Canada, and was operated for the purpose of catching herring in British Columbia waters. According to their report, it is said that the great deal of herring were successfully captured. They have not reported, however, as to the configuration of the net itself and the hydrodynamic behaviour of the dual fin otter board in action.

Generally speaking, with respect to the successful mid-water trawling, it seems to be keenly desired to keep accurately the towing depth of the net at the swimming depth of fish school, and to keep the gape of the net in action as large as possible. In this type of midwater trawl, when we take the sizes of the boards and the depressors into consideration, it seems that the dual fin otter boards perform more important part to determine the towing depth of the net than the depressors, though it is a matter of course that the boards act as a horizontal spreader.

In order to learn the fact mentioned above, a series of experiments was carried out with a 1/40 model of British Columbia mid-water trawl. In these experiments, the relation between the extent of the net mouth and the towing speed, and the hydrodynamic characteristics of the otter board were especially studied.

## Experiment

The model net was designed according to Tauti's law[2] with the reduction ratio 1/40 of the full scale. Silk thread was used in the webbing of the model net in place of nylon thread in the full-scale net. The ratio of mesh sizes between the model and the full scale was made 1/2. Accordingly the ratio of towing speed was 1.02. The model otter board was made of a plane plate notwithstanding a curved plate in full-scale board, and was made in such a way that the distribution of density in the model is equal to that of the full-scale board.

The model net was connected with two warps to a model ship which was towed

*Received July 14, 1958*

n the surface of standing water with constant speeds. Thus, the configuration of the et with various towing speeds in action were photographed from the top and the ide. The horizontal and the vertical spreads of the net mouth were measured bymeans f the film thus obtained.

As mentioned in introduction, it seems that the dual fin otter board exerts a arge influence upon determining the depth of the net in action. Consequently, with he purpose of a more detailed investigation on dynamic characteristics of the dual fin tter board, a series of tank experiments were carried out with a model which was .5 times larger in linear dimension than the 1/40 model board, i.e., a plane plate 7 cm × 14 cm) with two horizontal dual fins (2.6 cm × 14 cm) (See Fig. 1).

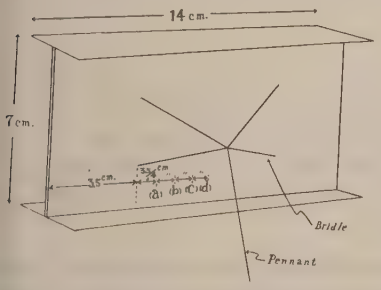



**Fig. 1.** Schematic sketch of a model dual fin otter board. The position of ballast attached to the model board was varied for four cases as (a), (b), (c), and (d) in this figure.

The experiments were conducted as follows, viz. 1) the case where the ratio of lengths of upper to lower bridle-leg was varied, 2) the case where the ratio of lengths of fore to after bridle-leg was varied, and 3) the case where the position of ballast attached to it was varied horizontally. When the current was maintained at a constant velocity of 33 cm/sec, the tension in the pennant of the board and its horizontal and vertical attack angle were measured. Thus the horizontal and the vertical component of the tension in the pennant were calculated.

## Result and Consideration

The relation between the towing speed and the spread of the net mouth is shown in Fig. 2. As seen in the figure with the increase of towing speed, the vertical spread of the net mouth de-

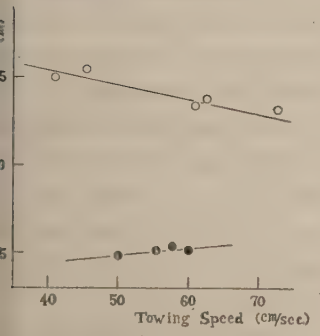



**Fig. 2.** The relation between the towing speed and the spread of the net mouth. Different marks ●, and ○ denote the horizontal and the vertical spread of the net mouth, respectively.

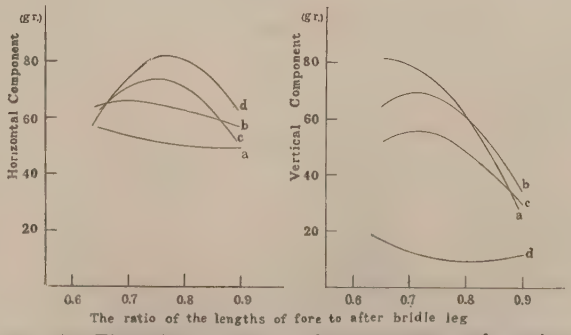



**Fig. 3.** The relation between the components of tension in a pennant and the ratio of lengths of the fore to the after bridle leg, in the case where the ratio of lengths of the upper to the lower bridle leg is 15.0 cm/15.0 cm

creases and the horizontal spread increases, and the ratio of horizontal and vertical spread is 1/3 in the case where the towing speed is 1 knot.

Figs. 3, 4, and 5 show the relation between the components of the tension and the ratio of the lengths of the fore and after leg of the bridle, for various ratio of the lengths of the upper and lower bridle.

From these figures the following fact can be seen. A common fact for all cases is that the horizontal component increases and the vertical component decreases, according as the position of ballast approaches from (a) to (d) in Fig. 1. Especially, in the case where the position of the ballast comes to just (d), the vertical component rapidly decreases by the reason that the board takes nearly the vertical attitude. And in the case where the upper leg is shorter than the lower—$up/lw.=14.5/15.5$, the upward component appears to the board. When the ratio of lengths of fore and after bridles is in the range from 0.7 to 0.8, the maximum and minimum points can be obtained on the curves of horizontal and vertical components.

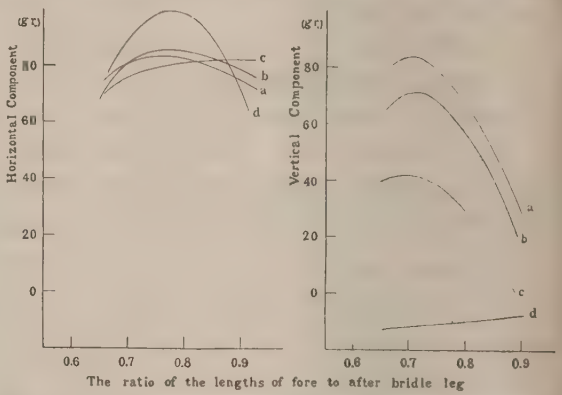



**Fig. 4.** The same relation as in Fig. 3, in the casewhere the ratio of lengths of the upper to the lower bridle leg is 14.5 cm/15.5 cm.

Seeing over these plots, the maximum value of horizontal component is obtained in the case when $up./lw.=14.5/15.5$, the position of ballast is (d), and the ratio of fore and after bridle is between 0.75–0.80. The maximum value of vertical component is obtained in the case when $up./lw.=14.5/15.5$, the position of ballast is (a), and the ratio of lengths of fore and after bridle is about 0.7.

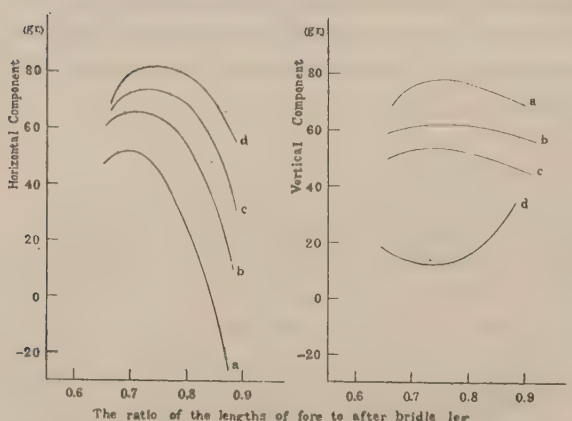



**Fig. 5.** The same relation as in Fig. 3, in the case where the ratio of lengths of the upper to the lower bridle leg is 15.5 cm/14.5 cm.

The author wishes to express his sincere gratitude to Prof. T. Kawakami for his guidance and revision. Hearty thanks are also due to Messrs.

Y. Iitaka, K. Mitsuhashi, and S. Okabayashi for their helps devoted in the course of experiment.

## References

1) Barraclough, W. E. and W. W. Johnson: A New Mid-Water Trawl for Herring. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, No. 104, (1956).
2) Tauti, M.: A relation between experiments on model and on full scale of fishing net. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **3**, 171–177 (1934).

# ワカメの生態に関する研究—Ⅲ.
## 光合成量に及ぼす光と温度の影響について（その1）

斎藤雄之助
（東京大学農学部水産実験所）

# An Ecological Study of *Undaria pinnatifida* Sur.—III.
## On the Effects of Light-intensity and Water-temperature upon the Rate of Photosynthesis—1.

Yunosuke Saito

The rate of photosynthesis of *Undaria pinnatifida* was measured by the quantity of oxygen evolved from the materials which were kept in various conditions concerning light-intensity and water-temperature.

Results obtained may be summarized as follows: —

(1) The photosynthesic rate was accelerated with the increase of light-intensity, and reached to a maximum at a intensity correlating to the water-temperature; i. e. at 10～15°C at 20,000 lux and at 5°C at 30,000～35,000 lux.

(2) Under a definite illumination the photosynthesic rate was accelerated with a rise of water temperature, and the highest value was usually observed at 20°C, but the rate decreased at 25°C. The ratio increased with rise of water-temperature was more gradually under 30,000 lux than under less light-intensity.

著者は先にワカメの配偶体，芽胞体の生態及びワカメ葉体の生長などについて報告し，配偶体の生長，成熟，芽胞体の発芽，生長，及びワカメ葉体の生長に光と温度とが影響することを明かにした。特に葉体の生長については沿下式養殖を行つて，沿下時期，水深によつて相異のあることを認め，他地方における養殖試験結果なども共に検討して，ワカメの発芽，生長は水温と水中の明るさ（光の強さ，日射量，透明度，深さで変化する）に影響されるので，増殖，養殖を行う際，これらの点を考慮すべきを主唱した。更に全国のワカメの分布状態や，各地の生育深度の相違もこれらの点から説明出来るのではないかと考えた。しかし，敦賀，新田両氏[6]の主唱する如く，複雑な要因を含む海洋の条件と代謝作用が綜合された結果である所の生長量との因果関係を解析するためには，これらの実験，観察のみでは推測の域を出ないと考える。

この様な考えから，水温と光の強さが光合成作用に与える影響について実験を行い，二，三の結果を得たので報告する。

本文に入るに先立ち，終始御指導下さつた東大農学部新崎盛敏助教授，並びに種々御助言下さり，実験上便宜を計つて下さつた内海区水研敦賀化人氏に深謝する。

### 実験材料・方法・結果

1957 年 6 月，游走子を着生させ，夏期，室内培養を行い，10 月より伊勢湾知多半島豊浜港内で沿下養殖を行つたワカメから，葉体長大略 4～9cm，生重量 100～300mg の幼葉を，1958 年 1，2，3 月（現場水温，1，2 月 7～10°C，平均 8.5°C，3 月 10°C）に採集して実験に供した。

1958 年 7 月 28 日受理

実験装置は敦賀氏ら[5]が用いたものと全く同様である。同化瓶に供試葉体をいれ，それに正面から光を照射しながら葉体を金属板ごと振動させつつ同化瓶に海水を通じ，流出した海水を一旦試水溜めに溜めた後，酸素瓶にとり，ウインクラー法により溶存 $O_2$ 量を測定したが，予備実験によつて 10cc/min. の流速で海水を通ずれば，温度，光の条件が一定ならば 30 分以後には同化瓶より流出する海水の溶存 $O_2$ 量は一定することを確め得たので，実験開始後 45 分後，60 分後に夫々，13 分間に流出した水中の溶存 $O_2$ 量を測定し，又，試水採取前後（40 分，75 分後）に同化瓶に入る前の海水をとり，その溶存 $O_2$ 量を測定し，両者夫々の平均値の差をもつて光合成による放出 $O_2$ 量とした。光合成量は放出 $O_2$ 量 $mm^3/10\,min./mg$（葉体乾燥重量）として算出した。使用海水は Cl 19.7‰ の普通海水を沪過後，$NaNO_3$: 0.5%，$Na_2HPO_4$: 0.05%，$NaHCO_3$: 0.05% を添加し，且つ光合成によつて溶存 $O_2$ 量が増えても過飽和にならないように，脱気して適当に溶存 $O_2$ 量を減少させた。又，pH は常に 8.2～8.3 になる如く HCl, NaOH で調節した。

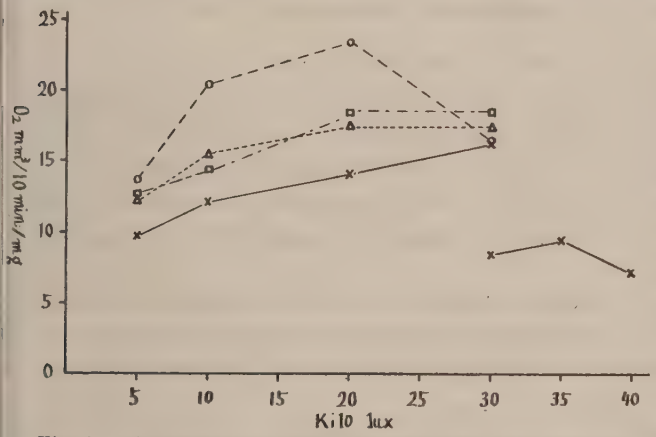



**Fig. 1.** A diagram showing the relationship between the rate of photosynthesis and light-intensity at the definite water-temperature.
× ——— × 5°C, △·····△ 10°C,
□—·—·—□ 15°C, ○— — —○ 20°C.

光源にはマツダ 200W 反射型投光電球を用い，供試葉体との距離を変えて光の強さを調節した。光の強さは恒温水槽硝子内面（この光路には更に約 2cm の水層と同化瓶の硝子板があるが，これを無視して）で伊藤超短波研究所製水中照度計を用い，フィルターなしで測定した。この場合，光源から恒温水槽硝子外面迄の距離，約 85.5cm で 5000 lux，約 60.3cm で 10000 lux，約 33.5cm で 20000 lux，約 23.5cm で 30000 lux，約 17.5cm で 40000 lux でであつた。

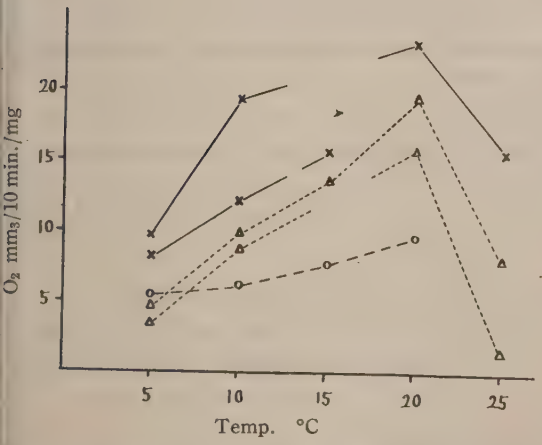



**Fig. 2.** A diagram showing the relationship between the rate of photosynthesis and water-temperature at the definite light-intensity.
×——× 10,000 lux, △····△ 20,000 lux,
○---○ 30,000 lux.

### 1. 光合成量と光の強さとの関係

水温を夫々 5°C, 10°C, 15°C, 20°C に保ち，光源と葉体との距離を上記の如く変えることによつて光の強さを変化させて光合成量を測定した。各温度において数回実験したが，光合成量は供試葉体毎に個体差が大きかつた。しかし変化の傾向には大差がなかつたので，結果は接近した値のものを Fig. 1. に示した。

光合成量は各温度共に光の強さの増加に伴つて増加するが，大略 20,000 lux で飽和に達した。しかし 5°C においてのみは，この光の強さでは飽和せず，30,000～35,000 lux

で飽和に達した。飽和に達した以上に光の強さを増加させると 10°C, 15°C では 30,000 lux でも変化は殆んどなかつたが，20°C では光合成量は減少した。5°C においては，この現象は 40,000 lux で現われた。

**2. 光合成量の温度による変化**

光の強さを 10,000, 20,000, 30,000 lux に夫々保ち，一つの温度における実験終了後 20～30 分で急々に温度が上げてから次の温度における実験を開始する方法で，光合成量の温度による変化を測定した。その結果は Fig. 2. に示した。

光の強さの各段階において，光合成量は水温の上昇に従つて増加したが，20°C で最高に達し，25°C では却つて減少した。30,000 lux では他に比して水温の上昇に伴う増加の割合が少なかつた。

## 考　　察

ワカメの光合成量が，ある光の強さでほぼ飽和に達することは水草，アサクサノリについての実験結果[1),3)]と全く同じであり，光の強さが強くなり過ぎると光合成が阻害されることも宝月氏の水草についての報告[1)]と同様であつた。しかし阻害の起る光の強さは水温によつて異り，高温程，弱い光の強さで起り，低温程，強い光の強さで初めて阻害が生じた。又，光の強さを一定にした実験においては光合成量は水温の上昇と共に増加したが，20°C で最高に達し，25°C では減少し，強い光の下では水温の上昇に伴う光合成量の増加が弱い光の下より少かつた。

これらの結果のみを以てワカメの生育の至適条件を考えることは出来ないが，比較的高温では光の強さが強くなり過ぎると光合成が阻害され，低温では比較的強い光の許で光合成が飽和されたと言うことは，生育深度が各地方で異ることや，吊下式養殖において生長に適当な深度があることなどを説明し得るのではないだろうか。

この実験において，3 月の供試葉体は 1, 2 月のそれに比して光合成量が少いことが認められたが，これが供試前生育していた環境の相違によるものか否かは今後更に実験を行つて検討して行きたい。

## 文　　献


1) HOGETSU, K.: Über den Einfluess von Aussenfaktoren auf die Atmungs- und Assimilations leistungen der Süsswasserpflanzen. Bot. Mag. Japan. **52**, **537**, 1938.
2) IWASAKI, H. and MATSUDAIRA, C.: Studies on the Physiology of a Laver, *Porphyra tenera* KJELLM. Tohoku. J. Agr. Res. **VII (I)**. 1956.
3) 奥田　東：植物栄養生理実験書，朝倉書店.
4) SMITH, G. M.: Manual of Phycology. 1951.
5) 敦賀化人・新田忠雄：海藻の生理化学的研究　I. 温度変化，干出が同化，呼吸作用に及ぼす影響について．内海区水研研究報告，第 10 号，1957.

# Morphometric Comparison of the Yellowfin Tuna from Six Grounds in the Indian Ocean

By Kenji Kurogane and Yoshio Hiyama
(*Fisheries Department, Faculty of Agriculture, University of Tokyo*)

## Introduction

It was recognized with certainty prior to World War II that the Indian Ocean is a promising fishing ground for tunas, basing on the results of the fishing cruises of the Hakuyo Maru and the Haruna Maru etc.. However, these tuna fishing grounds were first commercially exploited in the close of 1952 when the No. 10 Fukusei Maru operated with a great catch in the eastern waters. Then the grounds were extended further to the west, along the Equator year by year and now have reached the offshore waters of the east coast of Africa in 1955. During the exploiting period, they were excellent grounds with high hooked rates* comparing with the Pacific ground, but gradually the hooked rate is showing a decline.

The yellowfin tuna distributed abundantly all the year round in the waters between 3°N and 5°S is the main object of the commercial fisheries in the Indian Ocean and we have scarcely had the informations about their biological properties. Tsuruta (1955),[1] Hirano and Tagawa (1956)[2] reported the morphometric characteristics of the yellowfin tuna taken from the east and central waters of the Indian Ocean. Mimura (1958)[3] recognized their migrations seem to be rather localized, basing on the annual differences of the hooked rate and size composition of the yellowfin tuna from the Indian Ocean. However, these relationship is not well known up to date.

We have reported earlier about the relationship of yellowfin tuna populations from the several waters of the Equatorial Pacific[4]. In the present study we analyse the variation between the samples taken from the six regions within the Indian Ocean, basing upon the morphometric data of 168 specimens collected since 1955. As to the comparison of the Indian and the Pacific yellowfin tuna, we intend to examine in near future.

We gratefully acknowledge and sincerely extend our gratitude to the chief and staff of the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, who have given us all the facilities for the collection of the samples.

## Materials and Methods

All specimens of samples from the Indian Ocean were caught by long line fishing

*Received July 28, 1958.*

*: The hooked rate is the number of fish caught per 100 hooks.

boats and landed at the Tokyo Central Fish Market. Six samples, each consists from 23 to 40 individuals, were drawn from the landings of the boats which operated in the waters ranging from 48°E to 112°E as shown in Fig. 1. These samples are tabulated in Table 1, showing the fishing ground, fishing date, number of fish, range and average of body length.

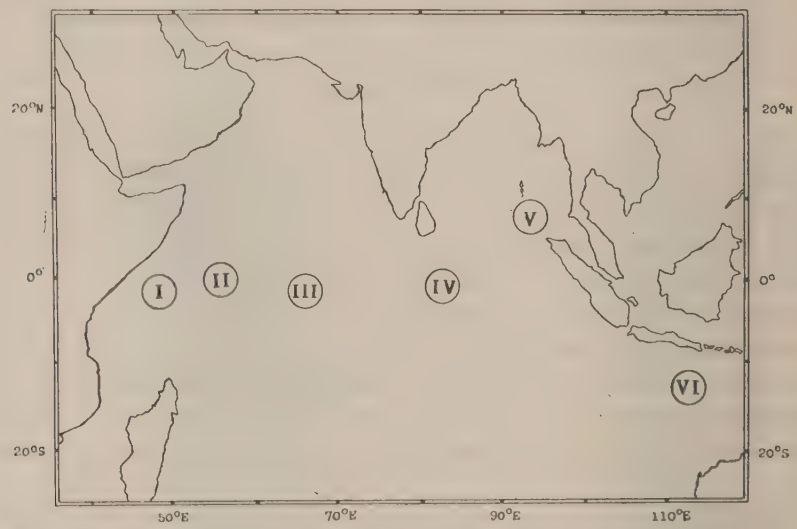



**Fig. 1.** The Indian Ocean showing the main fishing grounds of the six samples.

**Table 1.** Fishing ground, date taken, number of fish, range and average of body length for each sample.

| Sample number | Fishing ground | | Date taken | No. of fish | Range of body length (mm.) | Average of body length (mm.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1°N–5°S | 48°E–49°E | Aug.-Sept., '56 | 25 | 1175–1534 | 1344 |
| II | 1°N–2°S | 52°E–62°E | May-June, '56 | 23 | 1197–1547 | 1418 |
| III | 2°N–5°S | 57°E–76°E | July-Aug., '55 | 25 | 1083–1540 | 1370 |
| IV | 3°N–3°S | 81°E–82°E | Apr.-May, '57 | 40 | 1004–1526 | 1299 |
| V | 4°N–11°N | 79°E–96°E | May-June, '55 | 25 | 1048–1532 | 1271 |
| VI | 13°S–14°S | 110°E–112°E | Apr.-May, '56 | 30 | 1073–1493 | 1276 |

Measurements of various body dimensions and the analysis of data are identical with that employed in our previous report on the yellowfin tuna; namely, seventeen body characters were measured in millimeters with slide calipers and a pair of dividers according to the procedures employed by American researchers studying the tunas, and the comparison of data was tested by means of the covariance analysis.

## Results

The tuna fishing boats operating in the Indian Ocean are generally large in size

and each boat operates over a rather wide fishing ground. Accordingly some samples are partially overlapped in their fishing grounds.

In order to analyse the problem of whether or not these samples from the different waters of the Indian Ocean are drawn from the common universe, at the beginning six samples are compared in the relative growth lines of sixteen body characters on the standard length by the covariance analysis. The variance ratio to test the significance of the difference in the relative growth of each body character is shown in Table 2. We find the significant difference in many characters; namely, head length,

**Table 2.** Comparison of body proportion of yellowfin tuna by the covariance analysis for six samples taken from the Indian Ocean. $F_r$ is the variance ratio to test the significance of the regression line difference, $F_b$ to test the regression coefficient difference and $F_a$ to test the adjusted mean difference.

| Body character | $F_r$ | $F_b$ | $F_a$ | No. of specimens |
|---|---|---|---|---|
| Head length | 11.48*** | 1 | 23.01*** | 167 |
| Snout to 1st dorsal | 2.39* | 1.01 | 3.76** | 168 |
| Snout to 2nd dorsal | 3.77*** | 1.52 | 5.93*** | 168 |
| Snout to anal | 5.23*** | 1 | 9.83*** | 168 |
| Snout to ventral | 8.95*** | 1 | 17.48*** | 167 |
| Snout to pectoral | 10.73*** | 1 | 22.02*** | 168 |
| 1st dorsal base | 2.91** | 1.29 | 4.50*** | 168 |
| 2nd dorsal to caudal | 4.90*** | 1 | 9.31*** | 167 |
| Anal to caudal | 5.40*** | 1.01 | 9.78*** | 168 |
| Spread caudal | 1.73 | 1 | 2.59* | 163 |
| 1st dorsal spine length | 1.01 | 1.30 | 1 | 148 |
| 2nd dorsal length | 1.28 | 1 | 2.39* | 167 |
| Anal length | 2.98** | 1 | 5.09*** | 166 |
| Pectoral length | 1 | 1 | 1 | 166 |
| Maxillary length | 1.54 | 1 | 2.30* | 164 |
| Diameter of iris | 3.03** | 2.64* | (3.25**) | 166 |

N.B. In the case where the regression coefficient difference is significant, the test of the adjusted mean difference becomes inappropriate, i.e. those figures within brackets under $F_a$.

*: Significant at 5 percent level, **: Significant at 1 percent level, ***: Significant at 0.1 perecent level.

the position of the fin insertions and caudal length etc.. Accordingly, we can not consider from the standpoint of morphometry that these samples belong to the same population but may expect the existence of different populations. We see in Table 2, the difference of regression lines in each character is mainly caused by the difference of the adjusted means, excepting in the diameter of iris.

Following to the test of the significance, the adjusted means with its 99 percent confidence interval of each body character but the diameter of iris, are deduced, basing on the representative regression coefficient estimated from the six samples. These figures are shown in Table 3.

Samples taken from the adjacent waters are compared with each other, basing on

the value of the adjusted means (Table 3) and the result of the $F$ test in an analysis of covariance adapted to these two samples (Table 4). Their relations in morphological feature are as follows:

**Table 3.** Adjusted mean value of body part, its 99 percent confidence limits, mean standard length in millimeters and estimated regression coefficient.

| Body character \ Sample | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| Head length | 340.6±2.63 | 339.2±2.87 | 341.2±2.73 | 344.7±2.09 |
| Snout to 1st dorsal | 377.2±4.02 | 378.1±4.38 | 375.9±4.06 | 379.4±3.19 |
| Snout to 2nd dorsal | 672.6±4.42 | 672.0±4.82 | 675.8±4.46 | 677.9±3.51 |
| Snout to anal | 747.1±4.74 | 745.3±5.17 | 752.3±4.79 | 754.4±3.77 |
| Snout to ventral | 381.9±3.50 | 378.7±3.82 | 383.3±3.62 | 387.4±2.78 |
| Snout to pectoral | 346.0±2.97 | 344.8±3.24 | 344.6±3.00 | 350.0±2.36 |
| 1st dorsal base | 305.9±3.95 | 306.7±4.31 | 311.4±3.99 | 310.6±3.14 |
| 2nd dorsal to caudal | 682.7±5.06 | 682.3±5.38 | 685.7±4.99 | 678.3±3.92 |
| Anal to caudal | 608.9±5.16 | 610.9±5.62 | 605.7±5.21 | 601.7±4.10 |
| 1st dorsal spine length | 2.1987±0.01102* | 2.1954±0.01181* | 2.1965±0.01218* | 2.1944±0.00886* |
| 2nd dorsal length | 2.5324±0.02652* | 2.5483±0.02944* | 2.5355±0.02665* | 2.5351±0.02108* |
| Anal length | 2.5755±0.02746* | 2.5899±0.03033* | 2.5812±0.02746* | 2.5806±0.02172* |
| Pectoral length | 348.0±6.31 | 348.1±7.00 | 350.0±6.50 | 347.8±5.01 |
| Spread caudal | 504.9±11.89 | 493.4±13.72 | 498.6±12.13 | 500.1±9.46 |
| Maxillary length | 129.4±1.30 | 128.7±1.40 | 128.2±1.40 | 128.8±1.03 |

| Body character \ Sample | V | VI | Estimated regression coefficient | Mean standard length (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Head length | 344.9±2.67 | 333.0±2.44 | 0.2266 | 1323.9 |
| Snout to 1st dorsal | 375.7±4.08 | 371.6±3.71 | 0.2569 | 1322.4 |
| Snout to 2nd dorsal | 668.1±4.49 | 669.2±4.09 | 0.4867 | 1322.4 |
| Snout to anal | 751.8±4.81 | 740.7±4.39 | 0.5415 | 1322.4 |
| Snout to ventral | 385.3±3.55 | 373.4±3.24 | 0.2625 | 1323.9 |
| Snout to pectoral | 349.2±3.02 | 336.6±2.75 | 0.2348 | 1322.4 |
| 1st dorsal base | 303.3±4.01 | 309.0±3.65 | 0.2411 | 1322.4 |
| 2nd dorsal to caudal | 696.2±5.01 | 687.5±4.57 | 0.5455 | 1322.8 |
| Anal to caudal | 603.4±5.24 | 616.8±4.77 | 0.4987 | 1322.4 |
| 1st dorsal spine length | 2.1937±0.01144* | 2.1883±0.01049* | 1.0104 | 3.1176* |
| 2nd dorsal length | 2.5674±0.02692* | 2.5633±0.02493* | 2.5904 | 3.1191* |
| Anal length | 2.6395±0.02841* | 2.6047±0.02527* | 2.5413 | 3.1189* |
| Pectoral length | 348.6±6.53 | 349.3±5.83 | 450.07 | 3.1196* |
| Spread caudal | 512.5±11.95 | 493.2±10.94 | 0.5145 | 1319.3 |
| Maxillary length | 127.9±1.30 | 130.3±1.26 | 0.3645 | 341.2 |

* The logarithmic transformation is applied to the raw data.

**Table 4.** Comparison of body proportion by the covariance analysis for the samples taken from the adjacent sea areas. This significance shows the difference of the regression lines.

| Body character \ Compared samples | I | II | III | IV | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| | II | III | IV | V | VI |
| Head length | — | — | ○ | — | ● |
| Snout to 1st dorsal | — | — | — | — | ● |
| Snout to 2nd dorsal | — | — | — | ● | ● |
| Snout to anal | — | — | — | — | ● |
| Snout to ventral | — | — | ○ | — | ● |
| Snout to pectoral | — | — | ⊙ | — | ● |
| 1st dorsal base | — | — | — | ● | ○ |
| 2nd dorsal to caudal | — | — | ○ | ● | ● |
| Anal to caudal | — | — | — | — | ● |
| 1st dorsal spine length | — | — | — | — | — |
| 2nd dorsal length | — | — | — | — | ● |
| Anal length | — | — | — | ● | ● |
| Pectoral length | — | — | — | — | ○ |
| Spread caudal | — | — | — | — | ○ |
| Maxillary length | — | — | — | — | — |
| Diameter of iris | — | ○ | ○ | ⊙ | — |

Note. —: Not significant at the 5 percent level.
○: Significant at the 5 percent level.
⊙: Significant at the 1 percent level.
●: Significant at the 0.1 percent level.

**1) Comparison of the sample I and II**

The yellowfin tuna of these two samples are comparatively larger ones and the number of individuals of sample is small. We can not find any significant difference at the 5 percent level in the regression lines of all characters by the covariance analysis. The power of test by small size samples being low, these samples let us to doubt the validity of the results. As shown in Table 3, however, two samples have almost equal values of the adjusted means in many characters. So, it may be possible that these two samples from the Western Indian Ocean belong to the common population.

**2) Comparison of the sample II and III**

In the diameter of iris, the significant difference is found at the 5 percent level, but the other 15 characters show the close similarity. The difference recognized in the diameter of iris is caused by the difference in the regression coefficients. Referring to the value of the adjusted means, we can find that the first dorsal base and the characters connecting with the insertion of anal fin show a small difference, but in general the morphology of these two samples is very similar, in spite of the difference

in the year and area of collecting samples.

**3) Comparison of the sample III and IV**

We find the significant difference in the snout to insertion of pectoral fin at the 1 percent level and in the head length, the snout to insertion of the ventral fin, the second dorsal to the caudal and the diameter of iris at the 5 percent level. The remaining eleven characters do not show the difference in their regression lines. In this result we can see the yellowfin tuna taken from the Centrrl Indian Ocean differ slightly from the morphological standpoint from the one obtained in the Western. As shown in Table 3, the yellowfin tuna from the central area have a larger head, posteriorly positioned fins than the one from the western area.

**4) Comparison of the sample IV and V**

Between-area differences are observed in the anal length, the diameter of iris and the other three characters connecting with the insertion of the second dorsal, namely, the snout to insertion of the second dorsal, the first dorsal base and the second dorsal to the caudal. The yellowfin tuna taken from the Central Indian Ocean have the posteriorly positioned second dorsal by about 10 mm. than the one from the south waters of the Andaman Islands, accordingly the former's first dorsal base is longer and the second dorsal to the caudal is shorter than the latter's. In the second dorsal and the anal length the former is shorter than the latter. However, as regards head length and the position of ventral and pectoral fins in which the great differences were observed between samples from the Central and the Western, we can not recognize any great difference among the two area's samples.

**5) Comparison of the sample IV and VI**

Showing in Table 4, these two samples show highly significant differences in the ten characters, namely, head length, characters connecting with the fin insertions, and fin lengths. These differences are caused by the one in the value of the adjusted means, so we can compare them basing on the Table 3. The yellowfin tuna taken from the central waters of the Indian Ocean have a larger head and posteriorly positioned fins by about 10 mm. than the yellowfin tuna from the south waters of the Lesser Sunda, but in the length of the second dorsal and anal fins the latter is somewhat longer than the former and almost equal to the one from the south waters of the Andaman Islands.

As shown in Fig. 2, on the yellowfin tuna from the equatorial area of the Indian Ocean, the eastern one generally have a larger head and posteriorly positioned ventral and pectoral fin insertions, and longer fins than those from the western waters. The yellowfin tuna from the south waters of the Lesser Sunda show the great differences with the one from the equatorial area. The former have a shorter head, anteriorly positioned fins than the latter. It may be seen that with respect to the lengths of

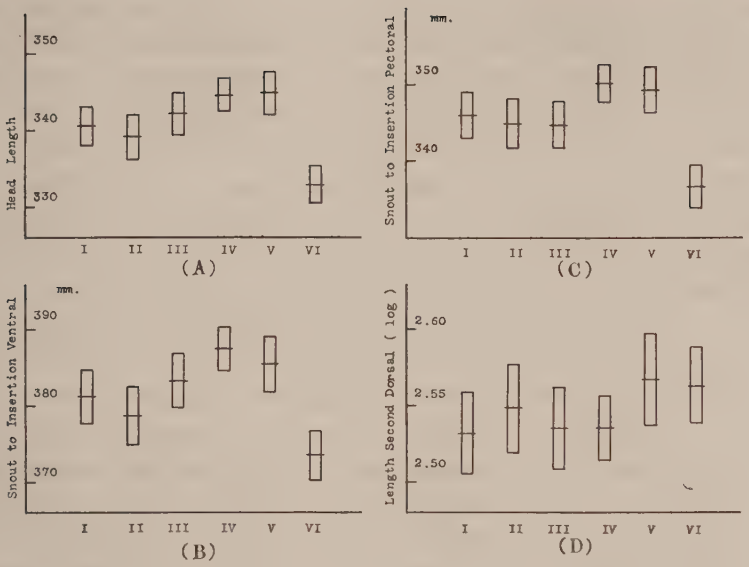



**Fig. 2.** Adjusted mean of body part and its 99 percent confidence interval.
(A): Head length at 1324 mm. body length.
(B): Snout to ventral fin insertion at 1324 mm. body length.
(C): Snout to pectoral fin insertion at 1322 mm. body length.
(D): Second dorsal length at 1316 mm. body length.

second dorsal and anal fins, the specimens from the south area of the Lesser Sunda are rather similar to those from the south area of the Andaman Islands, but they have considerably longer fins than the specimens from the Western Indian Ocean.

Accordingly, it is possible by morphometrical comparison that the yellowfin tuna inhabiting in the region of the Lesser Sunda compose a group distinctly separated from populations of the Equatorial Indian Ocean, and that the one from the Western Equatorial Indian Ocean are somewhat different from the Eastern Equatorial Indian one with some intermingling between each other.

## Discussion

According to the data by Tsuruta (1955) and Hirano and Tagawa (1956), the yellowfin tuna from the Great Sunda have a larger head and a longer fin than the Central Indian one. These results are in accord with ours. The regression coefficient of each body character seems to be not so different with ours, excepting the one of the distance of the tip of the snout to anal insertion and the pectoral-fin length. Though we could not collect the repeated samples from the same area in the Indian Ocean, the high reproductivity recognized in the repeated yellowfin tuna samples from the Equatorial Pacific and the rather similarity of the morphometric characteristics of the samples from the Western Indian, seem to make our results above mentioned valid.

Examining the annual change of the hooked rate and of the size composition of the yellowfin tuna taken by the Japanese long line tuna fishery boats since 1952, Mimura (1958) recognized the following phenomena. In exploited area, it appears that the hooked rate of the yellowfin tuna decreases and the size of fish becomes smaller year by year. However, when its adjacent area is exploited, this area has a high productivity and the size of fish is larger than the one from its neighbouring ground exploited previously. And he concluded from these phenomena, that the relatively larger yellowfin tuna having possibilities to be taken by the tuna long line, seem to be rather localized.

Nakamura (1951)[5] has reported, basing on the materials by the tuna fishing operation, that the yellowfin tuna from the adjacent waters of the Lesser Sunda and the Timor Islands, are rather similar with one from the Banda and Froles Sea in the fishing conditions than the one from the westward area of the Lesser Sunda.

These results basing on the fishing conditions and the size compositions of the yellowfin tuna are rather in accord with our morphometrical result. Finding the tendency for the yellowfin tuna collected along the Equator in the Indian Ocean to form clines, we have no clear answers whether or not there is a boundary to separate the western population from the eastern one and how much mixing is occurred between each other. To know further about it, we must collect the repeated samples from the relatively localized same area in order to analyse the seasonal and annual variation of these characteristics and do sampling from the uncollected area further on. For example, from the adjacent waters of the Great Sunda to analyse the relationship between the Equatorial and the Lesser Sunda yellowfin tuna. And with the morphometrical analysis, it is necessary to examine their relationship from the standpoint of the biological properties.

## References


1) Tsuruta, S. (1955): Morphometric comparison of yellowfin tuna of Southwestern Great Sunda Islands and of the Pacific waters. Jour. Shimonoseki College. Fish., 4 (3).
2) Hirano, O. and S. Tagawa (1956): On the body composition and morphological character of yellowfin tuna in Mid-Indian Ocean. Jour. Shimonoseki College. Fish., 6 (1).
3) Mimura, K. (1958): Study of the fishing condition of the yellowfin in the Indian Ocean, especially on the annual differences of the hooked-rate and size composition. Report. Nankai Regional Fish. Research Lab., No. 7.
4) Kurogane, K. and Y. Hiyama (1957): Morphometric comparison of the yellowfin tuna taken from the Equatorial Pacific. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23 (7 & 8).
5) Nakamura, H. (1951): A review on the fishing ground of tuna longline based on the past data. Report. Nankai Regional Fish. Research Lab., No. 1.

# 東海地方の養鰻池に於ける水色，透明度等の季節的変化と粒子組成より見た植物性プランクトン

中　村　中　六
(東京大学農学部附属水産実験所)

# On the Seasonal Variation of Chlor Content, Transparency and Water-color of Water of the Eel-culture Ponds in Tokai District, in Relation to the Particle Size of Phytoplankton.

Nakaroku Nakamura

The thriving of phytoplankton is believed as one of the most important factors concerning directly to the daily appetite and respiration of fishes in the eel-culture ponds.

The author had deviced a new method to denote the degree of phytoplankton thriving by the measurements of the transparency using a small china disc, and also, had cleared to specify and notate the water-color numerically by the Munsell Color System. Using these new methods, I have studied on the seasonal variation of phytoplankton thriving and its particle size in many eel-culture ponds.

The results so far are as follows:

(1) Chlor content, transparency and water-color of pond waters in five main eel-cultural districts in Shizuoka, Aichi and Mie Prefectures are summarized on Fig. 1.

(2) Respective characteristics of plankton thriving in the ponds of these districts are compared with each other and seasonally by plotting the ratio of chlor content, transparency and hue value of water-color on the triangular co-ordinates (Fig. 2, 3).

(3) While phytoplankton of a minute particle dominates in the ponds in which chlor content of water is higher, relatively macro-sized plankton colony thrives in the fresh-water ponds and especially in the warmer season.

## 緒　言

集約養鰻を行つている池において，いわゆる「水の出来」と呼ばれる植物性プランクトンの繁殖は，魚の餌付きや鼻上げ等に直接に関連して甚だ重要な要素であることはよく知られた事実であるが，従来これを表現するに適当な方法がなかつた為に，各地の養鰻池の水の出来具合の比較とか，またその季節的変化等に関しては何等まとまつた知見がない状態であつた。ところが実際には地方によつて水の出来具合に夫々特長があり，しかも季節によるプランクトンの遷移に伴つて自然と水の出来具合にも変化があること，植物性プランクトンによつては非常に安定なものと，そうでないものとがあるらしいこと，また近年明らかにされたところによつて輪虫による水変りが起るか否かは植物性プランクトンの粒子組成に関係すること[1]等幾多の問題があるのである。

筆者は数年前より白色小円盤を用いて透明度を測ることによりプランクトンの繁殖程度の大体を示すことが出来[2]，また水色は Munsell Book of Color を用いることによつて容易に数字によつて表わすことが出来て便利であること[3]を知つたので，これを用いて静岡，愛知，三重3県下の多数の養鰻池について水の出来具合を互に比較し，またこれの季節的変化を見て，これ等と生産量やその他色々な養殖技術との関係を調べ

1958 年 7 月 28 日受理

て見ようという目的でこの仕事を行つて来た。今回は先ず水色，透明度等から見た水の出来具合とそれの内容となつているプランクトン粒子組成の面から見た季節的変化ということについて判つた点を報告したい。

## 実験方法及び結果

先ず 1955 年秋に3県の合計500余枚の池について塩分，透明度，水色を測定し，プランクトンを採集してその大要を察知した上で，1957 年には3月，5月，8月，10月，12月と5回に亘つて上記のうち川尻，中央，牟呂，泉，及び三重の5地方の夫々約 20～30 枚合計約 120 枚の池について測定してその季節的変化の様相を見た。先ず各地方，各季節の水について塩分量その他の変化を概観すると第1図のようになる。このように川尻より西に向うにつれて塩分が段々と多くなつており，特に三重県の池が高い。これ等の池では冬に高鹹で夏は給餌管理に伴つて水を多く用いるので自然低塩分になる傾向が見られる。

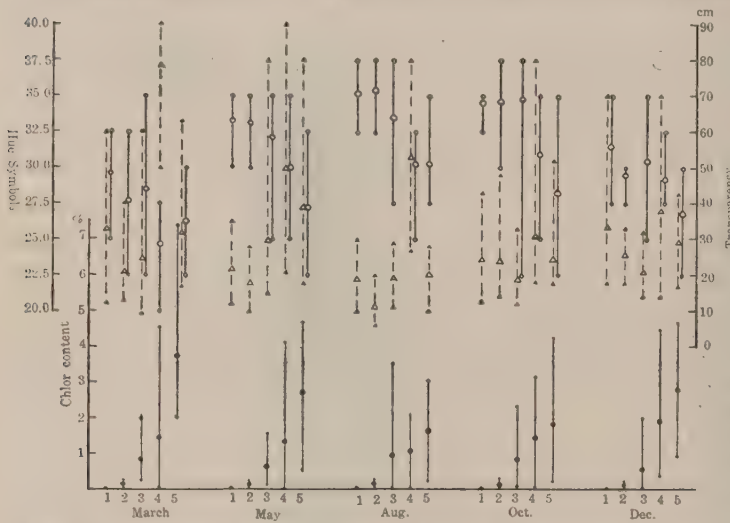



**Fig. 1.** Showing the seasonal variation of chlor content (Cl ‰), transparency and water-color (hue symbols in the Munsell Color System) of eel-culture ponds. (March～Dec., 1957)
●—●—●, chlor content; ▲—△—▲. transparency; ●—○—○, hue symbols. Districts: 1, Kawajiri; 2, Chûô; 3, Muro; 4, Izumi; 5, Mie.

透明度は泉地方が特に高く，10月に至つて漸く他の地方と似た値になるが，8月までは全く水の出来ていない池が多かつた。これは一部の池で水草の多いことと関係があるようである。三重県も春まではやや透明度が高いが夏以後は変らない。他の3地方は皆似た値を示し夏に特に低くなる。最も低い値は中央地方であつた。

水色は川尻地方が概して最も高い値を示し，以下西に向うにつれて低い値を示し，これは塩分量と全く反対の傾向にある。季節的には夏に高い値を示す。

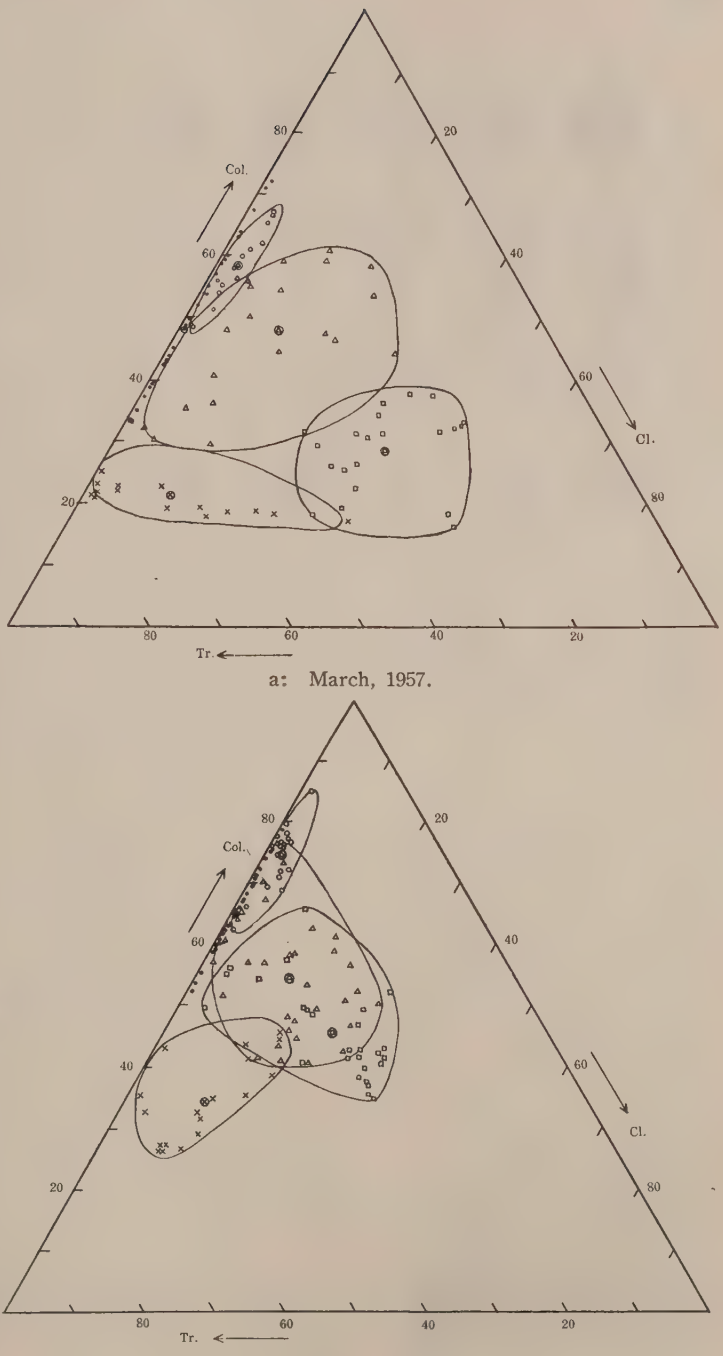
塩分，透明度，水色の夫々の季節的変化の概略は前記の通りであるが，今これ等三つの関係を三角座標にプロットして見ると各地方の特色がよく判る。（三角座標にのせるのに都合の好いように塩分量はすべてこれを10倍した値を用いて計算した。）ここには3月の例と8月の例を第2図 a, b に示すが，川尻，中央は塩分の少ない点で他の3地方とかけ離れ，三重地方が最も塩分多く，泉地方では最も透明度の大きい池が多いことがこれを一見してよく判る。

次にこれ等の相互関係を季節的に見て行くと，春から夏にかけて塩分のある池ではその塩分量が少なくなり，水色が高く，透明度の低くなる方向に変化し，秋より冬にかけては水色が再び下るが，その際透明度は大した変化なく塩分がやや増える。すなわち第3図に示すように三角座標上に孤を描いて時計廻りに上昇し，上昇線の右側にそつて下降するというのが普通のようである。第3図 a にこの関係の最もよく現われている三重県の例を示し，更に各地方の池全体の平均値について季節的変化をたどると第3図 b のようで，泉も三重と同様で牟呂がやや異つて居り，中央，川尻は塩分は殆んどないまま変化なく，夏にかけて水色が高

く，透明度が低くなつて，
秋にまた逆にそれがもど
つて行くという変化をた
どる。

次に粒子の大きさから
見た植物性プランクトン
の組成を明らかにする為
に毎回の材料を検鏡する
時に．micrometerで細胞
または群体を形成するも
のではその群体の大きさ
を測りその大きさについ
て 15$\mu$ 以下，15～50$\mu$，50
$\mu$ 以上の 3 段階に分けて
取扱い，更にそれ等のプ
ランクトンの季節的な消
長を見た。この場合各プ
ランクトンの量的な表現
については多数の資料を
比較的手数をかけないで，しかも概略ではあるがよく大要をつかむ意味で，筆者[4]が前にも用いたプランクトン出現指数なるものを計算してそれで比較することにした。

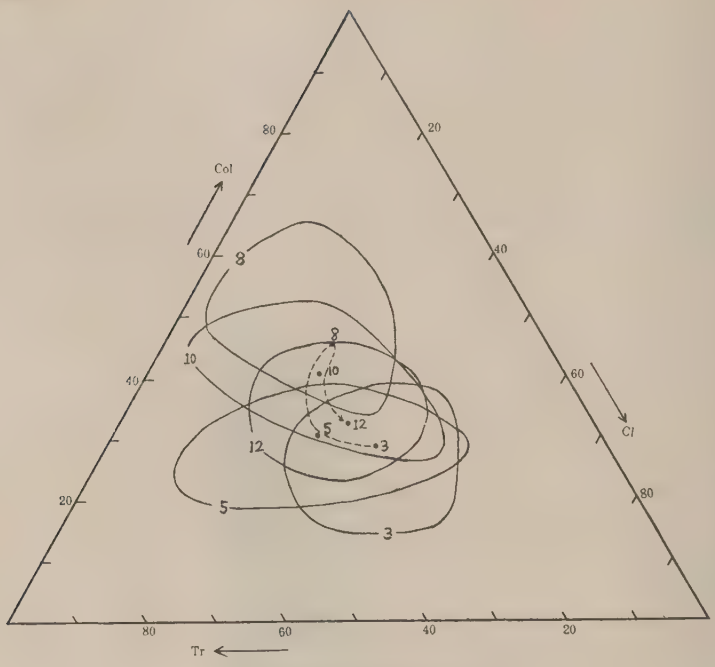
その方法は池水約 20 cc を管瓶にとり稲葉の固定液を加えて固定して持帰つたものをよく沈澱させた後，上澄をすてて格一定量 (0.5～0.6cc) にした上でよくまぜ，それより一定量(約 0.1cc) をスライドにとつてカバーグラス (15 mm 角) をかけ，それを約 300 倍で検鏡して，視野に現われるプランクトンの頻度に従つて r，+，c，cc，ccc の 5 段階（1 視野毎に個体又は群体が 1～2 の割で現れるのを＋とした。）



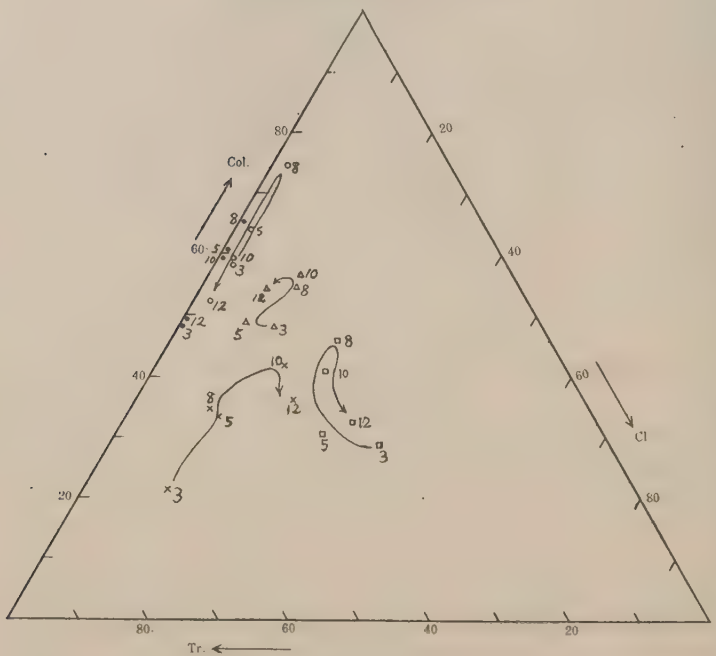

a: March, 1957.

b: August, 1957.

**Fig. 2.** Showing the interrelation among chlor content (Cl ‰), transparency and hue symbols of pond water.
●, Kawajiri; ○, Chûô; △, Muro; ×, Izumi; □, Mie.




a: Eel-culture ponds of Mie district.




b: Average values of ponds of the five districts.

**Fig. 3.** Showing the seasonal variation of the interrelation among chlor content, transparency and hue symbols of pond water. ●, ○, etc. in b are the same to Fig. 2.

に分けて各プランクトンについて記録し，この記録にもとずいてrを1点，＋を5点，c, cc, cccを夫々10,20,30点として，プランクトンの種類毎に一地方，一採集時期の池全部について合計し，その値を池の数で割つたものをそのプランクトンの出現指数とした。この値はもとよりプランクトンの量の多寡を漠然と示すに止るが，今一地方，一時期に現われている全プランクトンについてこれを合計した値とその地方，その時期の全部の池の平均透明度との関係を調べて見るとほぼ双曲線の関係があり，透明度とプランクトン沈澱量との関係に似ているところから，このプランクトン出現指数なるものがプランクトンの量の多寡を大体においてよく表現しているものと見ることが出来る。

それで各地方，各時期毎に現われる全プランクトンについて粒子の大きさによつて三つのクラスに分けて，各クラス毎に合計した出現指数を計算して地方毎，時期別に組成を比較して見ると第4図のようになる。この計算の基礎になる出現指数なるものが，前述の

うな性格のものである以上，この組成の％にしても，必ずしも正確に粒子組成から見た各段階のプランクトンの量を示すものとは思われないが，先ず大体において互の間の多寡の比較，そしてそれ等の季節的な変化の様相を察知するには足りると考えられる。

これによると，先ず概して冬には小形のプランクトンが多く，夏から秋にかけて大形のプランクトンが増し，冬にまた小形に変るということは各地方を通じて見られる。三重県の池は大形のプランクトンが少く，小形のものが多いが，特に冬に多く，春一時少くなるが，夏からまた小形のものが増している。川尻，中央，牟呂は大形プランクトンが夏から秋に多いが，中央は他と異り冬は小形のものが多かつた。

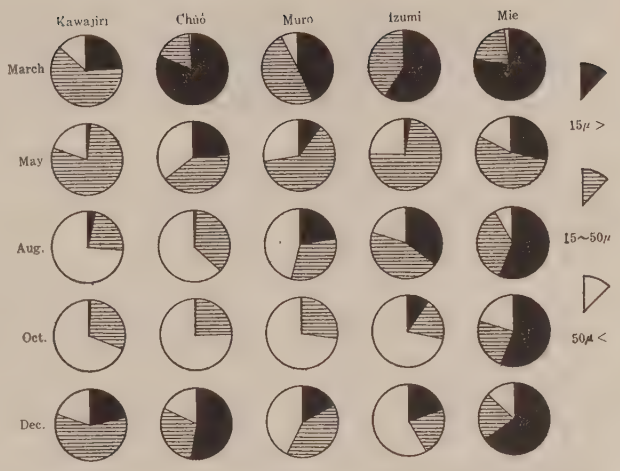



**Fig. 4.** Showing the seasonal variation of the particle size composition of phytoplankton. (March～Dec., 1957)

どの地方でも多少の差こそあれ，季節によつてプランクトンの組成の変化が見られるが，これが比較的急激に来る時は季節的に自然に起る水変りとして現われ，中央，泉，三重等で3月より5月にかけての変化，川尻で5月より8月の間における変化等はこの顕著な例である。

## 考　　察

以上のように植物プランクトンの繁殖程度や水色を数的に表現する手段を用いて，塩分量，プランクトン粒子組成等と共に各地の養鰻池の水の出来具合の状態を比較して見ると各地方毎に特色が見られ，その相異の原因の一つと考えられるのは塩分量である。

プランクトン沈澱量が塩分量の多少と双曲線の関係にあること，水色もまた塩分量と関係があるが，その水色の季節的変化の傾向は塩分量にかかわらないこと等を筆者は既に粗放的な養魚池の場合について明らかにした[4]が，最近の集約的養鰻池の場合でも大体同じ傾向にあることはこれによつて明らかである。

但しこの場合，塩分が少なく，水色が緑色によく発達する池の方が果してウナギの飼育量，生産量等が高いか否かについては今後に於て明らかにしたい。

また三重県の塩分の高い池では小形のプランクトンが卓越しているが，その大部分が伊藤の研究によつて Rotifer に食害される範囲のものであることは興味深い。

しかし，他の地方においてもそのような関係による水変りが起つているかどうかは今後における課題の一つであろう。この養魚家に恐れられている水変りとは別に季節的に自然に起る水変りは多少の差はあつても各地方で見られるようで，例えば川尻地方の春の「ガンマ色」といわれる水色は Scenedesmus を主とした中形のプランクトンであるが，これが夏までに Microcystis の典型的な水に変り，晩秋に再び「秋水」といわれる水に変るのも内容的には再び緑藻類を主とした組成にもどることであるが，これは種類による適温の相異によるものであろう。

## 要　　約

（1） 静岡，愛知，三重3県下の主要養鰻地帯5ケ所の合計約120枚の池について水の出来具合の季節的変

化を調べ，塩分量，透明度及び水色の変化は第1図に示し，またそれ等の比率を三角座標にのせて各地方の池の水の出来具合の特長やその季節的な変化の様相を相互に比較した。

（2） 植物性プランクトンの粒子組成を地方別に比較すると塩分量の多い地方の池には概して小形のプランクトンが多く，塩分の少い池程大形の群体を形成する藍藻類が繁殖し，季節的に見ると一般に冬は小形で夏には大形になる。

終りに臨み，御校閲をいただいた檜山所長に感謝すると共に，本研究を行うに当つて文部省科学試験研究費の補助を受けたことを附記して感謝の意を表する。

## 文　　献

1） 伊藤隆，1955： 養鰻池の水変りに関する研究　I．Brachionus plicatilis（輪虫類）によるプランクトン植物の捕食作用（水変りの1因として），Report of Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie, Vol. 2, No. 1.

2） 中村中六，1954： 養魚池透明度の一表現法，本誌，XIX (11).

3） ————，1956： Munsell Color System による養魚池等の水色表示について，陸水学会誌，XVIII, 125-133.

4） ————，1957： 塩分含有池中に於ける養魚の研究，水産学集成（東京）.

# 漁網の水中視程に関する研究—I.

## 水の濁りと網糸の視程について

井上直一・西沢 敏・田向康三郎・工藤孝雄*
(北海道大学水産学部)

# Studies on the Visual Range of Net Twines in water—I.

## On the Relation between the Visual Range of Net Twines and the Turbidity of Surrounding water

Naoichi Inoue, Satoshi Nishizawa, Kōzaburō Tamukai and Takao Kudō

Visual range of net twines with different colors and diameters (Table 1) was observed succesively in an experimental tank (Fig. 1) containing water of serially different turbidity (Fig. 2).Variations of visual range with the wave length of incident light was also observed using a series of color filters (Table 2 and Fig. 3).

Visibility or visual range $r$ of net twine in water of turbidity $k$ seen from the light source of parallel illumination is expressed by the following equation;

$$\varepsilon = e^{-2kr}\left(\frac{8R}{f_{180}} - 1\right),$$

where $\varepsilon$ is the contrast threshold of observer, $R$ is the luminous albedo of the net twine and $f_{180}$ is the mean relative backward scattering function of surrounding water. The value of $\varepsilon$ of an observer is generally a function of the brightness of background and the visual angle $\theta$ of target. In this experiment the value of $\varepsilon$ was calculated by observing long and narrow strips of grayish paper of different width with known albedo, backgrounded by a constant brightness, and the following experimental formula was obtained (Fig. 4 and Fig. 5);

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{1 - e^{-\alpha\theta}}$$

where $\varepsilon_0$ and $\alpha$ are parametric constants depending probably on the background brightness and the shape of target, respectively. The backward scattering is generally very difficult to obtain, therefore the values of

$$\varepsilon / e^{-2kr} = \frac{8R}{f_{180}} - 1 \equiv B$$

were calculated to test their constancy through a series of experiments with a fixed twine (sample No. 1) and any one fixed color filter, the results being shown in Table 4. The variation of this value with the turbidity of water is not negligibly small except in the case of green light.

**緒言**: 海の中の網地の見え方が魚群の行動にどんな影響を与えるかということは，漁撈技術の上から非常に大切な問題で，最近多くの研究が実験室や実際操業中の網について行われている[1)-3)]。網地の見え方に影響を与えるであろうと思われる要因を想像してみると，網糸の材質や太さ又その色，網目の形，海中の明

1958 年 7 月 31 日受理
* 工藤孝雄 (泰東製綱 K. K.)

るさや色又濁り具合等が考えられる。更に魚群のこれに対する行動を調べる場合は魚の視覚や行動の心理等生理生態的な要因も考えに入れる必要がある。かつて川崎等[4]と潜水探測機くろしお号を使用して海の中で網地を見たことがあるが，強い太陽光線があるときは網の縦糸より横糸の方が見えやすく，ある層で一度見えなくなつたものがそれより深い層で再び見えてきたり，又空気中では全く同じ色に見えても水中では糸の材質によつて互に異つた色に見えるというように，なかなか複雑な現象が見られた。

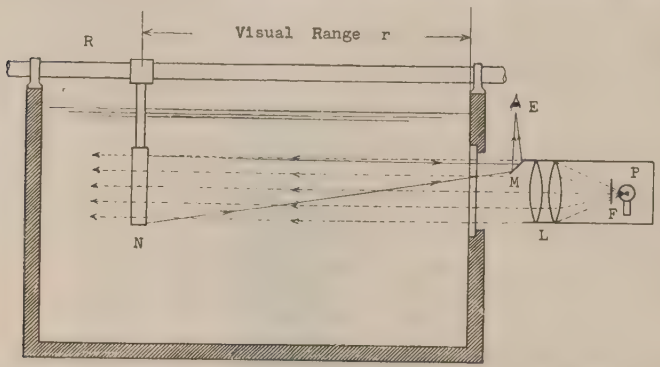



**Fig. 1.** Schematic Diagram of the apparatus for measuring visual range. P: light source lamp, F: colour filter, L: lenses, M: mirror, N: sample twine, R: guiding rod, E: Observer's eye

網地の見え方というものはこのように様々の物理的要因と視覚生理との綜合作用の結果として決るものであるが，我々はこれらのうち比較的大きな影響があると思われる水の濁りに重点を置いて，これが網糸の可視距離即ち視程に及ぼす影響についての予備的実験を行つた。但しこの場合の視程の測定は人間の眼を用いて行つたもので，この結果を直ちに魚の視覚に結びつけることには注意を要する。

**実験の方法**: Fig. 1 に示すように，光源 P，フィルター F，レンズ L によつて作られる平行光束を水槽 (1×1.7×1m) 中に水平に投射し，この光束中にこれと平行な移動軸 R より吊下げられた網糸枠 N を置いてこれを光束に沿うて移動しながら視程を測定する。観測者の眼は図の E の位置にあつて反射鏡 M を用いて N の像を眺める。実際の海では光線は上方から入射するので，このような実験法による視程とは少し違う筈である。ここでは後述するように濁りと視程の関係を数理的に解析するのに容易なようにこの様な方法をとつたものである。使用した網糸は Table 1 に示したように北洋の鮭鱒流し網に使用されているアミラン網糸の薄黒色を2種，褐色1種を選び，糸の太さは各2通りを用意した。使用したフイルターは黄，緑，青，紫の4種でその透過特性は Table 2 に示す通りである。又光源には 6V, 24W のタングステン電球を用い，実験中は電流を 4A に正しく規制して用いた。水槽中の水の濁りの程度は，白色ポスターカラーを少量投入し乍ら少しづつ変え，その都度網糸枠 N のところに光電池を置きかえてその消滅係数を測定した。こうして測られた水の消滅係数は細い平行光束に対するものであつて，日中の海の中の照度の消滅係数とは多少その意味の異るものである。

**Table 1.** Samples of net twine

| Sample | Colour | Size | Diameter | Production No. |
|---|---|---|---|---|
| No. 1 | French Gray | 3/27 | 1.07 mm | No. 1-A |
| No. 2 | | 3/15 | 0.77 | 〃 |
| No. 3 | Gray | 3/27 | 1.07 | No. 3-A |
| No. 4 | | 3/15 | 0.77 | 〃 |
| No. 5 | Buff | 3/27 | 1.07 | No. 5-A |
| No. 6 | | 3/15 | 0.77 | 〃 |

Samples were dyed in Taito-Seiko K. K.

**Table 2.** Transmittance character of filters

| Colour | Center of Gravity of Transmission | Width of Half Intensity | Relative Intensity |
|---|---|---|---|
| Yellow | 585mμ | 44mμ | 31% |
| Green | 532 | 57 | 35 |
| Blue | 478 | 82 | 52 |
| Violet | 450 | 70 | 39 |

**網糸の視程**: 以上のようにして測定された網糸の視程と消滅係数との関係の一例を示すと Table 3 及び

**Table 3.** Visual range of net twines (FILTER-GREEN)

| Twine No. \ Turbidity | | 1.47 | 1.91 | 2.08 | 2.29 | 2.71 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | cm | cm | cm | cm |
| No. 1 | a | 113.8 | 91.7 | 87.8 | 85.9 | 79.5 |
| | b | 110.2 | 89.7 | 84.2 | 78.3 | 75.0 |
| | r | 112.0 | 90.7 | 86.0 | 82.1 | 77.3 |
| | a～b | 3.6 | 2.0 | 3.6 | 7.6 | 4.5 |
| No. 2 | a | 111.9 | 89.4 | 83.3 | 81.5 | 77.4 |
| | b | 107.0 | 84.6 | 80.1 | 76.3 | 75.2 |
| | r | 109.4 | 87.0 | 81.7 | 78.9 | 76.3 |
| | a～b | 4.9 | 3.8 | 3.2 | 5.2 | 2.2 |
| No. 3 | a | 117.3 | 97.8 | 91.1 | 88.9 | 84.3 |
| | b | 112.2 | 92.4 | 88.2 | 85.9 | 80.8 |
| | r | 114.8 | 95.1 | 89.7 | 87.4 | 82.6 |
| | a～b | 5.1 | 5.4 | 2.9 | 3.0 | 3.5 |
| No. 4 | a | 106.2 | 85.6 | 79.0 | 78.5 | 79.4 |
| | b | 101.0 | 83.6 | 75.0 | 74.3 | 72.6 |
| | r | 103.6 | 84.6 | 77.0 | 76.3 | 76.0 |
| | a～b | 5.2 | 2.0 | 4.0 | 4.2 | 6.8 |
| No. 5 | a | 140.4 | 116.7 | 109.1 | 102.9 | 94.1 |
| | b | 137.8 | 113.9 | 106.2 | 96.7 | 86.1 |
| | r | 139.1 | 115.3 | 107.7 | 99.8 | 90.1 |
| | a～b | 2.6 | 2.8 | 2.9 | 6.2 | 8.0 |
| No. 6 | a | 128.7 | 99.4 | 94.0 | 91.8 | 88.2 |
| | b | 119.4 | 97.4 | 92.0 | 88.9 | 82.9 |
| | r | 124.0 | 98.4 | 93.0 | 90.4 | 85.6 |
| | a～b | 9.3 | 2.0 | 2.0 | 2.9 | 5.3 |

a: measured by shifting the target toward the light source.
b: measured by shifting the target toward the opposite direction to the light source.
r: 1/2 (a+b)

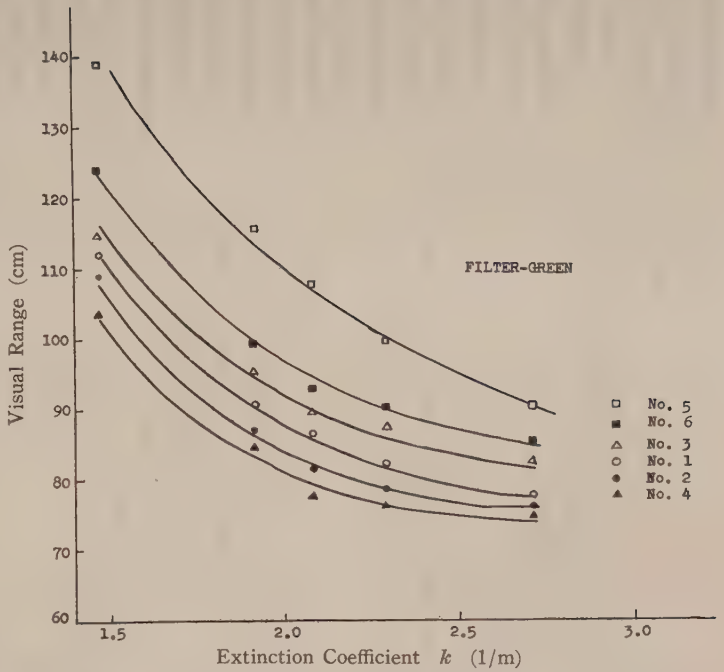



**Fig. 2.** Relation between visual range of net twine and turbidity of surrounding water for green light.

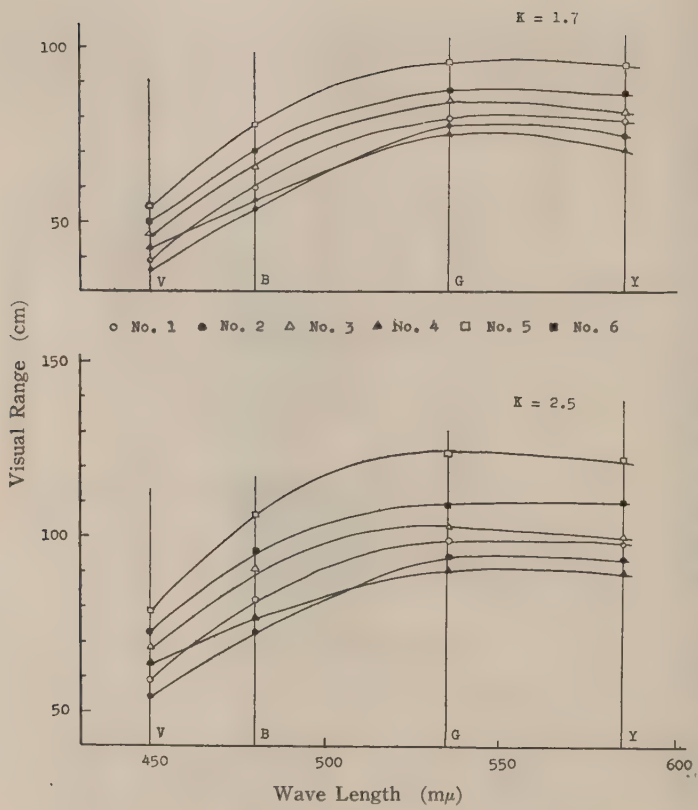



**Fig. 3.** Relation between visual range of net twine and wave length of incident light.

Fig. 2 のようになる。Table 3 の a は網糸を遠ざけて見えなくなつた時の視程，b はこうして見えなくなつた状態から又近づけて再び見えるようになつたときの視程である。これを見るとa は b より常に大きくその差は大きいときは 7% にも及ぶことがある。この両者の平均をとつてこれを視程 r とする。Fig. 2 はこの視程 r と消滅係数との関係の一例を示したもので，濁りによつて視程が大きく変ることがわかる。次にフィルターの透過波長重心を横軸に視程を縦軸にとつてこれらの資料を再整理してみた。その一例が Fig. 3 である。これを見ると緑色の光の場合に視程が最大でこれより波長が短くなると視程が急に減少する。この傾向は濁りが変つても同じである。

**視程と濁りの関係式**: 物体を平行光束で照射しそれを光軸の方から観察した場合の視程の式は佐々木等[5]も取り扱つた事があるが，MIDDLETON[6] によると次のように表わされる。

$$\varepsilon = e^{-2kr}\left(\frac{2kR}{\pi\beta_{180}} - 1\right) \quad \cdots\cdots(1)$$

ここに ε は識閾，$r$ は視程，$k$ は消滅係数，$R$ は照射した光に対する物体の反射能である。又 $\beta$ は volume scattering function であるが，relative scattering function $f(\phi)$ を用いると

$$\beta = \left(\frac{k}{4\pi}\right)f(\phi) \quad \cdots\cdots(2)$$

のように書き直される。この実験で $\phi$ は 180° であるから

$$\beta_{180} = \left(\frac{k}{4\pi}\right)f_{180} \quad \cdots\cdots(2)'$$

従つて (1) 式は

$$\varepsilon = e^{-2kr}\left(\frac{8R}{f_{180}} - 1\right) \quad \cdots\cdots(3)$$

の如く書き変えることができる。ここで ε, $R$, $f_{180}$ の 3 つの値を決めなければ視程と濁りの関係が解析出来ない。ところで識閾 ε は観測者の眼の能力，対象物に対する視角，背景の明るさ等の函数となるものであつて，視程の計算には ε をどのように決めるかということが一番大切でしかも困難な問題である。そこで我々

は濃淡二種の灰色の色紙を用意し，これを0.7 mmから5 mmまで7種の巾に細長く切つて，緑色フィルターの下で視程を測定した。その結果を図示したものがFig. 4である。図中の上の曲線は濃い灰色(標識1)，下は淡い灰色（標識2）の場合である。又測定は良く慣れた観測者Aと慣れていない観測者Bの2人で行つたのであるが，両者の違いが相当ひどいものであることが図からよくわかる。この実験の他の観測はすべてAによつて行われたものである。次にこの図の標識1の曲線を，標識の巾に対する視角 $\theta$ と識閾 $\varepsilon$ との関係に書き変えてみるとFig. 5のようになる。この曲線の近似的な実験式として

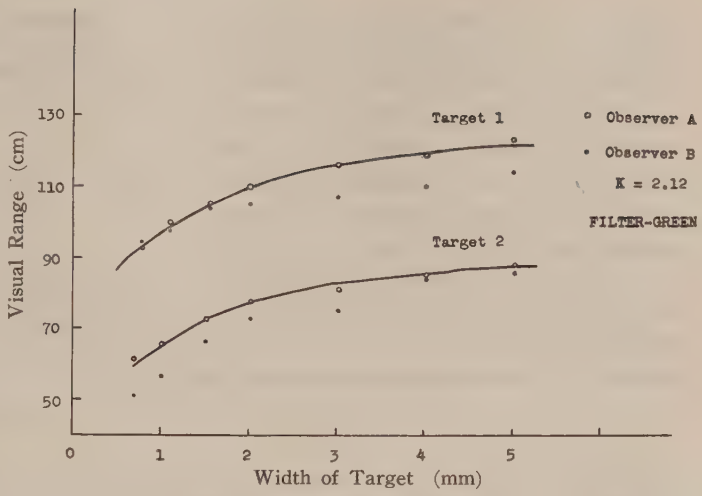



**Fig. 4.** Relation between visual range of target and its horizontal width.

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{1 - e^{-\alpha\theta}} \quad \cdots\cdots\cdots (4)$$

の如き式を考えその係数を計算してみると $\alpha = 0.28 \cdot 10^{-3}$, $\varepsilon_0 = 0.021$ のようになつた。Fig. 5の曲線はこの式で計算したもので，点（×）はFig. 4の曲線の上からとつたものである。この式は視角3′～15′の範囲で観測者Aについて推定した近似的な実験式に過ぎないもので，視覚生理までたち入つて意味をもつものではない。又 $\alpha$ の値は視野の明るさが変れば大きく変るべきものである。$\varepsilon$ の計算には (3) 式を用い，$R$ の値は実測値0.40を使い，$f_{180}$ はCHESTERMAN[7]等の求めた値0.5を使用した。

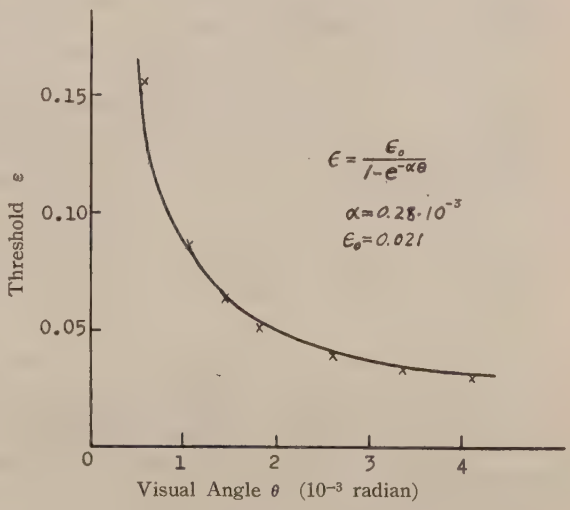



**Fig. 5.** Relation between threshold and visual angle (target 1).

さて (4) 式が網糸の視程の場合にもあてはまるものと一応考えて，網糸の視程と，太さから求めた視角をこの式に代入して $\varepsilon$ の値を決める。この $\varepsilon$ を $e^{-2kr}$ で除した値 $B$ は (3) 式から

$$\frac{\varepsilon}{e^{-2kr}} \equiv B = \frac{8R}{f_{180}} - 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

のようになる。薄墨色網糸太さ 1.07 mm (資料 No. 1) のものについて $B$ を求めてみるとTable 4のようになる。

(5) 式よりわかるように，同じフィルターの実験では消滅係数 $k$ の如何にかかわらず $B$ は一定でなければ

ならない。ところが Table 4 によると $k$ による $B$ の違いが小さくない。ただ青色フィルターの場合はこの変動が少い。各フィルターに於ける $B$ の平均を求め，$f_{180}=0.5$ として反射能 $R$ の値を求めると Table 4 の下段のようになる。$B$ が一定値を示さないのは (4) 式に問題があるのか又は (3) 式よりも (1) 式を採用した方がよいのか，何れにしろ識閾 $\varepsilon$ や反射能 $R$, scattering function $\beta$ の更に丹念な研究を必要とするものと考えられる。一応 Table 4 の $R$ の平均値を採用して (3) 式より $k$ と $r$ の関係を計算した一例を図示すると Fig. 6 のようになり，青色フィルターの場合をのぞいては実測値との一致は良好ではない。

**Table 4.** Table of $B$ and $R$

| $k$ \ Filter | Yellow | Green | Blue | Violet |
|---|---|---|---|---|
| 1.5 | — | 2.44 | — | — |
| 1.7 | 2.26 | 2.33 | 1.13 | 0.39 |
| 2.0 | 2.46 | 2.48 | 1.10 | 0.36 |
| 2.5 | 3.38 | 3.45 | 1.08 | 0.28 |
| 3.0 | 5.32 | — | 1.02 | 0.24 |
| Mean | 3.33 | 2.68 | 1.08 | 0.32 |
| $R$ | 0.27 | 0.23 | 0.13 | 0.08 |

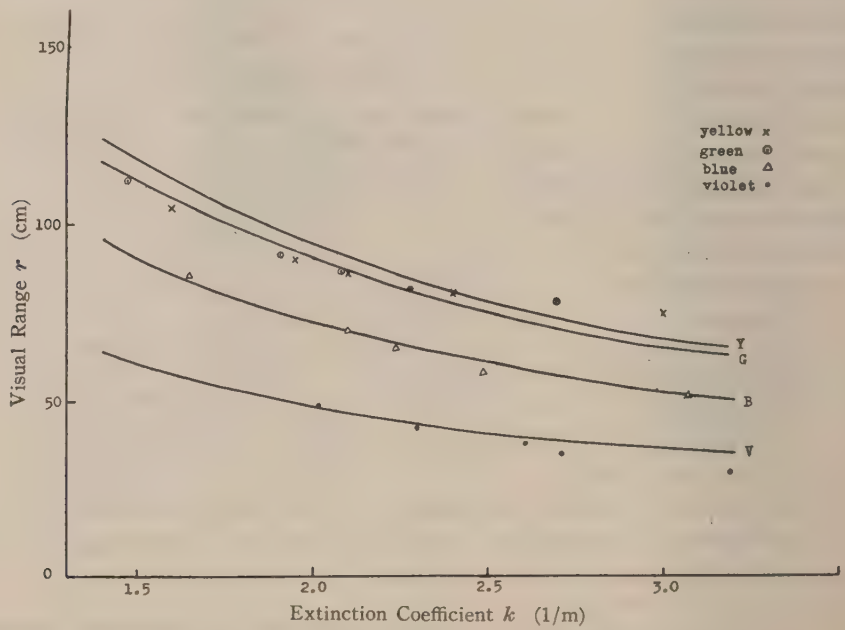



**Fig. 6.** Relation between $r$ and $k$ (calculated).

## 文　献


1) 宮本秀明: 本誌, **19** (4), (1953).
2) 神田献二・小池　篤・小倉通男: 本誌, **23** (10), (11), (1958).
3) 小池　篤・神田献二・小倉通男: 本誌, **24** (1), (1958).
4) 川崎毅一・西山作蔵・中村秀男: 日本水産学会秋季大会講演, (未印刷), (1955).
5) 佐々木忠義・渡辺精一・大柴五八郎・岡見　登: 本誌, **19** (4), (1953).
6) W. E. K. MIDDLTON: Vision through the atmosphere, pp. 140 (1952).
7) W. D. CHESTERMAN & W. S. STILES: Symposium on Searchlights, London, Illum. Eng. Soc. (1948).

# カキ養殖場に於けるニシ貝駆除の研究

## 第一報 銅剤の効果試験

今井丈夫・伊藤 進・白石景秀・渋谷候夫
(東北大学農学部)

# Studies on Drill Control in Oyster Beds.

## 1. Test of copper as a barrier for Japanese drill, *Tritonalia japonica*.

T. Imai, S. Ito, K. Shiraishi and T. Shibuya
(Department of Fisheries, Tohoku University, Sendai)

On suggestion of John B. Glude, Fish & Wildlife Service, U. S. A., tests were made to see if metal copper plate would be useful as a barrier to control the Japanese drill, *Tritonalia japonica* as it is for the Atlantic drill, *Urosalpinx cinerea*. Various copper paints were also used for the test.

1. *Tritonalia japonica* reacts sensitively against Cu ion in sea water. They show a contraction of foot at the concentration of 0.5$\gamma$ $Cu^{++}$/cc. Complete closure of operculum was observed in 50 percent of the individuals tested at 10$\gamma$ $Cu^{++}$/cc and in 100 percent at 20$\gamma$ $Cu^{++}$/cc.

2. Copper plate, copper paints were found effective in repelling the drill, *T. japonica* but not for *Rapana thomasiana*. Its effect on *Thais tumulsa* was dubious.

3. Among paints tested, **Vinilex** copper paint showed the best results comparable to copper plate, for a period of 5～6 months. Ordinary copper paint was effective for less than a month.

A period of lasting effectiveness was assumed to depend on the lasting dissolution of Cu ion.

4. In field test it was confirmed that copper plate and **Vinilex** copper paint can be used as an efficient barrier of controlling the Japanese drill, *T. japonica*.

### 緒 言

カキを食害するニシ貝を養殖場より駆除する方法に就いては，従来種々の方法が試みられ，又これに関する科学的な研究も少くない。併し養殖場よりの完全な駆除は甚だ困難で，効果的な方法は未だ確立されていない。著者等は対米輸出種ガキにおいて，大きな障害となつているニシの一種，オウウヨウラク (*Tritonalia japonica*) の駆除に就いて検討しているが，その一として銅剤の防除効果に就いて試験した結果をここに報告する。

さて，銅剤がニシの駆除に効果のあることは Engle[1] ('41), Newcombe[4] ('41～'42), Lindsay & Mc Millin[3] ('50) 等によつて，既に証明されていたが，銅剤 (硫酸銅) を溶液又は粉末の形で養殖場に散布する事は，他に悪影響があり，その実施は困難とされていた。1956 年，米国連邦政府 Fish & Wildlife Service の John B. Glude[2] 氏が，金属銅板の防壁によつて米国大西洋岸産のニシ (*Urosalpinx cinerea*) の移動を抑制出来る事を見出し (1956)，それをオウウヨウラクに就いても試験する様依頼された。銅板が有効であるとすれば，銅剤の塗装膜も同じく有効な筈で，経費の点では遙かに有利と考えられる。その様な考えから著者等は金属銅と同時に含銅ペイントの効果を平行的に試験する事とした。

1958 年 8 月 1 日受理

試験に当つては，宮城県種ガキ組合，桂島及び野々島組合から多大の協力を得た。又日本ペイント株式会社よりは含銅ペイントの提供を受けた。ここに併せて深謝の意を表する次第である。

## 方　　法

先ず，東北大学女川水産研究実験所の実験室及び屋外海水タンクを使用して，(1) オウウヨウラクの銅イオンに対する反応，(2) 銅板及び各種含銅ペイント塗装膜の銅イオン溶出の模様，(3) 銅板及び各種ペイントで処理した木杭による船上防止の効果を調査した。更に松島湾野々島及び桂島の種ガキ床上場において，(4) Trap を用いて銅剤の効果判定試験及び (5) 実験床上棚において実際上の効果の判定試験を試みた。

使用した銅剤の種類としては，

金属銅：　銅板（厚さ約 0.5mm），銅線（太さ約 1.0mm），銅粉（ペイントに混合）

含銅ペイント：　**Vinilex**（塩化ビニール性船底塗料），普通含銅ペイント（油性木船々底塗料）

その他，対照として無銅のラッカー及びペイントを使用した。

## 結　　果

### (I) 硫酸銅溶液を用いた銅イオンの作用の検定

Fig. 1 に示した装置を用い，普通海水の流水中で正常な匍匐運動を行つているオウウヨウラクに対して，種々の濃度の硫酸銅を流し換え，動物が示す行動の変化を観察した。

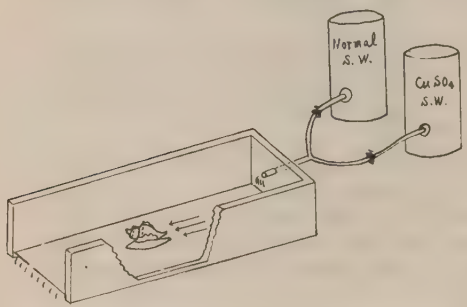



**Fig. 1.** Apparatus for testing the effect of Cu ion on oyster drills.

**Table 1.** Reaction of the drill, *Tritonalia japonica* to Cu ion in Sea Water.

| Concentration of Cu ion in sea water in γ/cc | No. of drills which showed complete closure of operculum | Average length of times elapsed before the reaction occurred in second |
|---|---|---|
| 0 | 0 | |
| 0.2 | 0 | |
| 0.5 | 0 | |
| 1.0 | 1 | 74 |
| 5.0 | 5 | 71 |
| 10.0 | 3 | 63 |
| 15.0 | 11 | 59 |
| 20.0 | 15 | 31 |
| 25.0 | 15 | 23 |
| 50.0 | 15 | 18 |
| 100.0 | 15 | 14 |

実験時の水温は 14.8～17.6°C，塩分濃度 Cl＝18.15～18.50‰ であつた。実験個体数は各濃度に就き夫々 15 個体とした。

含銅海水中に於ける動物の反応は，先ず足の収縮に見られ，濃度が高くなれば足は完全に収縮して Operculum を閉じる。この状態では，動物は運動は勿論，体の位置の保持も不可能である。問題の性質上，Operculum を閉じて再開しない状態を指標として判定した。各濃度における反応個体，反応に要した時間は Table 1 の通りである。

以上の結果によれば，Cu 10γ/cc で約 50% の個体が反応し，20γ/cc では 100% の個体が反応する。又 0.5～1.0γ/cc 及びそれ以下では反応を示した個体はなかつたが足の収縮は認められた。

### (II) 銅板及び含銅ペイントよりの銅イオンの溶出量

(I) の実験によつて，オウウヨウラクは銅イオンに鋭敏に反応し，足を収縮して匍匐運動が不能になる事が明らかとなつた。この性質を利用して，動物を駆除する為に銅剤を使用する場合，それ等銅剤からの銅イオン溶出量及びその持続性が問題となる。これを確める為，銅板及び各種含銅ペイントを塗装した木板を海水に浸して置き，24 時間毎に溶出する銅イオンの量を測定した。結果は Table 2 に示した通りである。

**Table 2.** Dissolution of Cu ion from copper paints and plate in sea water in $\gamma$ per cm² exposure per day.

| Material | Cu ion in $\gamma$/cm²/24 hrs | | | |
|---|---|---|---|---|
| | lst day | 2nd day | 5th day | 30th day |
| **Vinilex** | 28.6 | 24.8 | 18.2 | 3.6 |
| Copper paint | 114.6 | 44.0 | 8.6 | 2.4 |
| Copper plate | 51.8 | 44.8 | 39.6 | 25.2 |

**Table 3.** Results of pile tests. Number of drills climbed the pile passing on the barrier.

| Type of barrier | Average number of drills climbed the pile in 48 hrs |
|---|---|
| No barrier (control) | 7.3 |
| Red lacquer (6cm wide) | 5.8 |
| Copper paint ( 〃 ) | 1.0 |
| Copper paint with copper powder ( 〃 ) | 1.3 |
| **Vinilex** ( 〃 ) | 1.3 |
| **Vinilex** with copper powder ( 〃 ) | 1.1 |
| Copper wire band (1cm wide) | 1.6 |
| Copper plate (3cm wide) | 0 |

**Table 4.** Results of trap tests. Number of drills found in traps with various barriers during the period October 5, 1956～February 3, 1957

| Type of barrier | Average number of *Tritonalia japonica* per trap | Average number of *Rapana thomasiana* per trap |
|---|---|---|
| No barrier (control) | 12.8 | 4.5 |
| Red lacquer paint (12cm wide) | 8.3 | 3.6 |
| Copper paint ( 〃 ) | 2.6 | 3.3 |
| **Vinilex** ( 〃 ) | 0 | 5.0 |
| Copper plate (6cm wide) | 0.3 | 3.0 |

**Table 5.** Results of test in hardening racks with various barriers. Number of drills found in seed oyster cultch laid on the top of racks during the period September 16, 1956～February 5, 1957

| Type of barrier set on pole | Number of drills found per 20 *rens of seed oyster cultch randomly sampled | |
|---|---|---|
| | *Tritonaria japonica* | *Thais tumulosa clavigera* |
| No barrier (control) | 4 | 1 |
| Red lacquer paint (9cm wide) | 4 | 0 |
| Copper paint ( 〃 ) | 1 | 0 |
| **Vinilex** ( 〃 ) | 0 | 1 |
| Copper plate ( 〃 ) | 0 | 1 |

* Collectors (oyster shell or pecten shell) strung through a hole by wire of 1.5m long.

以上の溶出量の変化から見て，銅板，ビニレックス，含銅ペイントの順に溶出量の持続性が低下する。含銅ペイントは数日間は大量に溶出して，以後急激に減るので効果の持続性が疑わしい。

(Ⅲ) 銅剤処理杭を用いた匍上試験

高さ 30mm の杭に 6cm の綿布を巻き，これに各種ペイントで塗装したもの，巾 3cm の銅板を巻いたもの，及び巾 1cm に銅線を巻いたものを，オウウヨウラクを入れた海水タンク内に 45cm 間隔に並列し，動物の匍上状況を調査した。この際，杭の上部に餌としてイガイを置きニシの匍上を誘致した。タンク内のオウウヨウラクの密度は $(50\text{cm})^2$ に 6 個体の割合とし，1 回の実験は 48 時間，その間に各杭に匍上した個体数を記録した。実験の結果は Table 3 に示した。

銅処理のものは，無処理及び赤ラッカー（無銅）と比較して有意な差が認められた。塗装の初期には有効であるが，その効力は次第に減少する傾向がある。3cm 巾の銅板は全期を通じ（9 月 2 日～10 月 23 日）1 個体も匍上しなかつた。

(Ⅳ) Trap を用いた効果判定試験

42×33cm の木製 Trap の外板に巾 12cm の各種塗料を塗装し，内部に餌料のカキ 15～20 個を入れ，野々島種ガキ床上場に施設してニシの侵入状況を調査した。調査は 10 月 5 日設置後月 1～2 回行い，翌年 2 月 3 日迄続けた。本期間に Trap に浸入した Trap 1 個当りのニシの個体数は Table 4 の如くであつた。

銅剤の防除効果はオウウヨウラクに対しては顕著であるが，アカニシに対しては無効である。各種処理の内，銅板及びビニレックスは効果が顕著で，含銅ペイントは初期約 1 ケ月の間は有効であるが，その後は無効となる。

(V) 床上棚における効果判定試験

柱島床上場に 1.8×3.6m の床上棚を設置し，その杭に各種ペイントを塗装した巾 9cm の綿布を巻き，棚1ケ当り約 200 連の種ガキを置いてニシの匍上状況を観察した。9月16日設置後 10月4日，11 月9日，2月5日の3回，各棚より 20 連を無作為に抽出し，その中に見られるニシの数を調査した。結果は，Table 5 に示す通りであつた。この場合にも銅の防除効果は，オウウヨウラクに対しては顕著であるが，イボニシに対してはその効果が疑わしい。

## 考察及び要約

(1) 以上の実験及び観察から，オウウヨウラクは銅に対して非常に敏感で，これを利用して床上棚への侵入を防ぎ得る事が明らかとなつた。

(2) 各種ペイント及び銅板の効果の持続性及び銅イオンの溶出量から見て，水中に溶出する銅イオンが動物に効果的に作用するものである事が判る。

(3) オウウヨウラクの足の収縮は，海水中の銅イオン濃度 0.5γ/cc より見られ，Operculum を閉鎖する完全反応は 10γ/cc で 50%，20γ/cc で 100% である。

(4) 各種塗料の内，効果の持続性から見て，ビニレックスは最高 5～6 ケ月間は有効で銅板と変りはない。含銅ペイントの有効期間は短く1ケ月程度である。

効果は主として銅イオン溶出の持続性に左右されるものと推定されるが，その他塗装面が附着生物によつて被われる程度によつても影響される事が考えられる。

(5) 銅剤によるニシの駆除は，オウウヨウラクに就いては有効であるが，アカニシに就いては効果が期待出来ない。又イボニシに就いても効果は疑わしい。

(6) 本法を実際の床上棚に使用する場合には，直接床上棚の杭に処理する事や，床上水面の周辺に銅網又はビニレックス塗装の垣を作る等の方法が考えられる。

何れにしても，床上棚地域の清掃，棚の破損等により，種ガキ連が地面へ接触しない様管理を充分行う等，諸般の注意を払つて初めて効果を 100% 発揮する事が出来るものと確信する。

## 参考文献


1) ENGLE, J. B. (1941): Further observations on the oyster drills of Long Island Sound, with reference to the chemical control of embryos. Conv. Addr., Kat. Shellf. Assoc., Atlantic City, N. J.
2) GLUDE, J. B. (1956): Copper., a possibe barrier of the oyster drill, *Urosalpinx*. Proc. of National Shellfisheries Association. 1956.
3) LINDSAY, E. E. and D. C. Mc MILLIN (1950): Control of Japanese oyster drills, Sta. Wash. Dept. Fish., Puget Sd. Oyster Bull., Ser 9 (1).
4) NEWCOMBE, C. L. and staff (1941～'42): Preliminary results of drill studies at Yorktown, Summary of 1941, and notes on drill trapping experiments conducted during the period June 3～Sept. 18, 1942. Unpub. Rept., Virginia Fish. Lab., Va.

# Chemical Significance of the Volatile Components of Spices in the Food Preservative Viewpoint I. On the volatile Component of *Xanthoxylum piperitum*

Teruhisa KATAYAMA
*(Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University)*

## Introduction

The socolled fish ham and sausage are increasingly manufactured in recent years and a large amount of spices is used. The present series of work was initiated in order to find a simple procedure for qualitative assay of such spices and to clarify the chemical structure and antibacterial properties of their voltatile components (such as amines, fatty acids, phenolic and carbonyl compounds, terpenes)[1]. As a preliminary examination, fractionation of volatile components of *Xanthoxylum piperitum* was carried out. ASAHINA and others[2] made some studies on the volatile components of *Xanthoxylum* a long time ago. In the present series of work, the essential oil of *Xanthoxylum* seeds was fractionated, each fraction was submitted to chromatostrip[3),4),5)] and the presence of 1:8-cineol, d-limonene, $\beta$-phellandrene, terpinolene, linalool, and geraniol was clarified.

## Experimental

About 20 kg. of the seeds of *Xanthoxylum pipertum* was submitted to steam distillation and 1.1 kg. of volatile oil was obtained. Fractionation of the volatile component was made according to that of the volatile component of seaweed[6].

**1. Fractionation of the Bicarbonate Soluble Portion:** In order to remove free fatty acids from the crude oil obtained by ether extraction, 1.1 kg. of the crude oil was dissolved in 3 *l.* of ether, and the solution was added with about 500 cc. of saturated sodium bicarbonate solution and shaken thoroughly. This procedure was repeatedly exercised to collect the fraction soluble in sodium bicarbonate. The bicarbonate solution was acidified with hydrochloric acid, saturated with sodium chloride, and extracted with ether. The ether extract was washed with saturated sodium chloride solution, dried, and the solvent was evaporated off. Yield, 7 g.

**2. Separation of Potassium Hydroxide-Soluble Portion:** The crude oil, left after separation of the bicarbonate-soluble fraction, was shaken with 500 cc. of 3% potassium hydroxide solution, and the emulsified mixture so formed was allowed to stand over

*Received July 11, 1958*

night until clarification. The alkaline layer was separated, acidified with dilute hydrochloric acid, and extracted with ether. Evaporation of ether after drying left 24.8 g. of product.

**3. Isolation of Carbonyl Compounds:** The neutral oil freed from fatty acids and phenols was repeatedly shaken with 30% sodium hydrogen sulfite solution, and the combined sulfite solution was basicified with sodium carbonate, and submitted to steam distillation. The distillate was saturated with sodium chloride, and the mixture was extracted with ether, the solvent being distilled off from the dried extract. Yield, 9.0 g. The residue was submitted to chromatostrip[7]. The result is shown in Fig. 1.

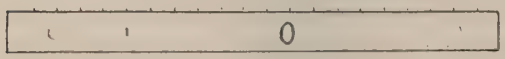



**Fig. 1.** Chromatostrip of the carbonyl compounds present in *Xanthoxylum piperitum*. Rf=0.54 (orange yellow).

The spot thus obtained by chromatostrip was collected and submitted to column chromatography, using activated alumina as adsorbent and benzene as a developing solvent[8),9),10)]. The orange yellow band so developed was eluted with benzene and the residue was recrystallized from methanol, giving crystals of m.p. 76–77°C, which was not depressed on admixture with citronellal, m.p. 77°C.

**4. Terpenoid Compounds:** Removal of fatty acids, phenols, and carbonyl compounds left 850 g. of a neutral oil which was fractionated, using a FENSKE fractional column, and results listed in Table 1 were obtained.

**Table 1.** Result of fractional distillation Sample: 320 g. theoretical stages: 20 Reflux ratio: 20:1

| Sample | b.p.(°C.) | Pressure (mm. Hg) | $ND^{25}$ | Yiele (g.) |
|---|---|---|---|---|
| I | 86–90 | 60 | 1.4680 | 10 |
| II | 83–84 | 40 | 1.4720 | 11 |
| III | 84–86 (1) | 40 | 1.4010 | 9.5 |
| IV | 84–86 (2) | 40 | 1.4685 | 21 |
| V | 86–88 (1) | 40 | 1.4682 | 51 |
| VI | 86–88 (2) | 40 | 1.4690 | 10 |
| VII | 86–88 (3) | 40 | 1.4680 | 44 |
| VIII | 57–57.5 | 10 | 1.4740 | 5 |
| IX | 57.6–60 | 10 | 1.4750 | 5.5 |
| X | 46–47 | 5 | 1.4770 | 12 |
| XI | 48–48.5 | 5 | 1.4820 | 4 |
| XII | 48.5–63 | 5 | 1.4850 | 2 |
| XIII | 63–72 | 5 | 1.4715 | 4 |
| XIV | 72–80 | 5 | 1.4670 | 3 |
| XV | 80–88 | 5 | 1.4735 | 4 |
| XVI | 88–96 | 5 | 1.4732 | 4 |
| XVII | 83–86 | 3 | 1.4630 | 3 |
| XVIII | 86 | 3 | 1.4570 | 6 |
| IXX | 86–88 | 3 | 1.4560 | 1 |

Each of these fractions was submitted to chromatostrip[3),4),5)] and the results obtained are listed in Table 2.

**Table 2.** Result of chromatostrip of terpen.

| No | b.p.°C. | Pressure | Rf Value | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 86–90 | 60 | | | | 1:8-cineol | 0.48 | | 0.82 |
| II | 83–84 | 40 | | | | | 0.48 | | 0.83 |
| III | 84–86 (1) | 40 | | | | | | | 0.83 |
| IV | 84–86 (2) | 40 | | | | | | | 0.83 |
| V | 86–88 (1) | 40 | | | | | | d-limonene | 0.82 |
| VI | 86–88 (2) | 40 | | | | | | | |
| VII | 86–88 (3) | 40 | | | | | | | 0.82 |
| VIII | 57–57.5 | 10 | | | | | | β-phellandren | 0.83 |
| IX | 57.5–60 | 10 | | | | | | | 0.83 |
| X | 46–47 | 5 | | | | | | | 0.83 |
| XI | 47–48.5 | 5 | | | | | | 0.74 | 0.83 |
| XII | 48.5–63 | 5 | | | | | terpinolene | 0.74 | |
| XIII | 63–72 | 5 | | linalool | | | | 0.73 | |
| XIV | 72–80 | 5 | | 0.29 | | | | 0.73 | |
| XV | 80–88 | 5 | 0.19 | 0.29 | 0.40 | | 0.50 | | |
| XVI | 88–96 | 5 | 0.19 | | 0.40 | | 0.50 | | |
| XVII | 83–86 | 3 | geraniol | | | | 0.51 | | 0.81 |
| XVIII | 86 | 3 | | | | | 0.51 | | 0.82 |
| XIX | 86–88 | | | | | | 0.51 | | 0.82 |

The fraction of b.p. 84–86°C shown in Table 1. was transformed into a bromide by dissolving 1 cc. of this sample in 1 cc. of amylalcohol, adding 2 cc. of ether, and then by adding bromine dropwise under chilling with ice. The bromide so obtained was washed thorougly with amylalcohol, and crystals melting at 103–104°C. was obtained. This substance showed no depression of melting point of admixed with d-limonene bromide (m.p. 104°C.).

A solution of 10 g. of sodium nitrite disolved in 16 g. of water was added to a solution containing 10 cc. of the fraction with b.p. 86–88°C. (3) per 20 cc. of petroleum ether. The mixture was chilled in ice, and 10 cc. of glacial acetic acid was added dropwise so that the solution turned blue and began to precipitate out white crystals. The crystals were collected by filtration under suction, washed with ether and a small amount of ethanol, dried on porcelain plate and further in a desiccator. Recrystallization from a mixture of petroleum ether and ethanol gave white crystals of m.p. 101–102°C, which was not depressed if tested after being mixed with nitrosochloride of β-phellandrene. This allowed to confirm the presence of β-phellandrene.

From the *Rf* values on chromatostrip, boiling point, and color of spots[5)], the presence of linalool, terpinolene, and α-terpineol was presumed and a presence of an ester *Rf* 0.50 was also demonstrated for the fraction of b.p. 94°C.

**Summary**

1. The presence of citronellal was confirmed in the carbonyl fraction of the seeds of *Xanthoxylum pipertum*.

2. A terpene fraction was fractionated using a FENSKE column and the presence of d-limonene and $\beta$-phellandrene was confirmed as the bromide and nitrosochloride. The presence of terpinolene, linalool, 1:8-cineol, and $\alpha$-termpineol was clarified by chromatostrip. The presence of an ester giving a spot at Rf 0.50 was found in a fraction boiling at above 94°C.

**References**

1) T. KATAYAMA: This Bulletin, **22**, 248 (1956).
2) Y. ASAHINA and U. KONNO: J. Pharm. Soc. Japan, **36**, 801 (1916).
3) J. M. MILLER and J. G. KIRCHNER: Anal. Chem., **23**, 428 (1951).
4) R. H. REITSEMA: Anal. Chem., **26**, 960 (1954).
5) T. KATAYAMA: This Bulletin, **21**, 412 (1955).
6) T. KATAYAMA: This Bulletin, **22**, 244 (1956).
7) T. KATAYAMA: This Bulletin, **21**, 416 (1955).
8) T. KATAYAMA and T. TOMIYAMA: This Bulletin, **17**, 122 (1952).
9) T. KATAYAMA: This Bulletin, **24**, 205 (1958).
10) T. KATAYAMA: This Bulletin, **24**, 346 (1958).

# 塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究—Ⅲ. 生成物の防火性について

鈴 木 康 策
(東京水産大学)

# Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil—III. On the Fire-Retardant Property of the Product

Kosaku Suzuki

The chlorination product was examined of its fire-retarding property toward wooden pieces, promising to be used as one of ingredients of a fire-retardant coating base. The intact wooden pieces burned with flames of course, whereas the pieces treated with this product generated no flame when heated in an electric furnace at a considerably high velocity of heating.

The fire-retardative effect of the product was especially prominent toward *Sugi*, cryptomeria, though also appreciable even toward *Nara*. one of the "hard wood".

一般に防火性塗料は難燃性の塗料ベースに耐火質顔料を配合して製造される。本塩素化物を防火性塗料ベースの一原料として使用させる目的で，木材に対しどの程度の防火効力を与えるかを調べ，その有効であることが判つた。

## 実 験 結 果

### 1. 加熱による分解について

厚さ約 1mm のトドマツの板を 1.5～1.0cm × 1.5～2.0cm の大きさに切り，100～105°C で乾燥したものを対照木片とし（灰分 0.3%），これをメカジキ油より製造した塩素化物[1]（塩素含有率 60.1%）の四塩化炭素溶液（濃度約 30%）中に入れ，還流冷却器をつけて 20 時間沸騰処理した後，木片表面の溶液を軽くふき取り，室内に 20 日間放置して十分風乾したものを処理木片とした。処理木片の塩素化物含有率は 42.1% であつた。これ等の木片約 0.3g を精秤し，本田式熱天秤を用い，木下・清水[2]にならい，加熱による分解の状態を重量減少率から見ると，Fig. 1. のように，加熱温度 350°C 以上では処理木片の方が対照より明かに減少率は小さい。450°C の加熱において，対照木片は 90% の重量が減少しているのに対し，処理木片の減少率は 75% に過ぎない。しかし，分解温度は図のように両片とも 270～340°C の間にあり，これより見れば，塩素化物も木片も同じ温度で分解したことを示し，処理によつて分解温度を上昇せしめることは出来ない。つまり炭化するが灰化しにくくなるのである。この実験には加熱速度が大いに関与するので，

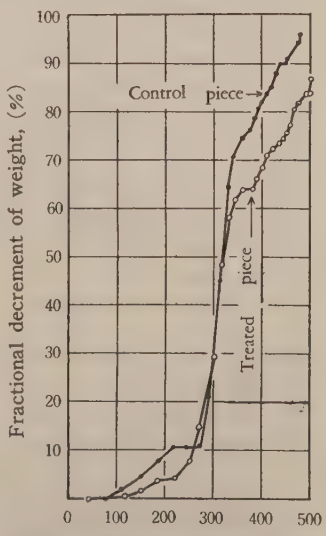



**Fig. 1.** Decomposition of wooden pieces by heating. The velocity of heating is given in Fig. 2.

1958 年 6 月 30 日受理

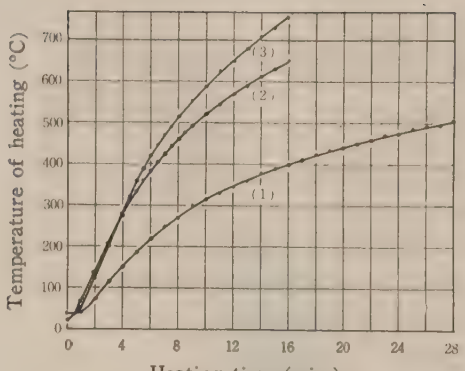



**Fig. 2.** Velocity of temperature rise
(1)··for the experiment of Fig. 1.
(2) 〃 Fig. 3, C.
(3) 〃 Table 1.

Fig. 2 の (1) にこれを示した。

**2. 発焔燃焼に対する防止効果**

処理木片の分解温度は勿論高い程よいが，前記のように対照木片との温度差が認められなくても，分解に際して焔を出して燃えるのか，それとも焔を出さずに燃える（木炭が着火するように）のかを見る必要がある。なぜなら，防火塗料としては発焔を阻止するか否かが重要なのである。

木片を電気炉内で加熱した場合，もし発焔燃焼すれば温度は急激に上昇し，無焔燃焼ならば温度の上昇はそれ程急激にならないから，加熱中の温度変化によって燃焼状態を推察することが出来るわけである。坩堝（蓋なし）に入れた木片 0.50g を炉内所定の位置に置き，次第に昇温加熱して火焔発生した時に，温度計の先端がこれにふれるように温度計の位置を定める。ある加熱速度において，炉内に何も入れずに加熱した時の温度変化を基準にし，同様にして処理木片または対照木片を加熱した時の時間と温度の測定から，基準との温度差を求め，これを基準の温度変化に対応して図示すると，燃焼状態を表わす曲線を得る。

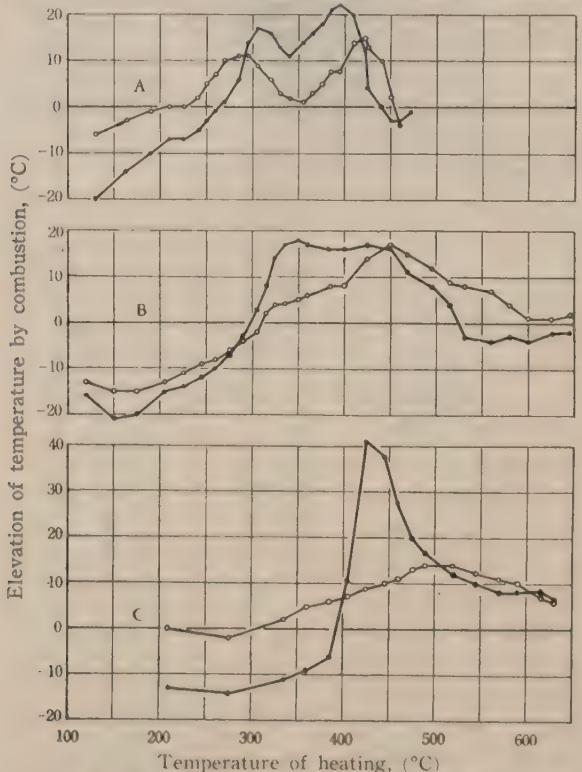



**Fig. 3.** Combustion curves of wooden pieces. velocity of temperature rise····A, 2.4～1.8°C/min.; B, 6.5～4.2°C/min.; C, See Fig. 2, (2).
—●—●— control —○—○— treated

高温部分のみを Fig. 3 に示す。使用した処理木片は前記同様のものであるが，木片の水分が多少防火効力を示す[8]ので対照木片としてはあえて乾燥せず，前記寸法のものを室内に放置し逐次使用した（灰分 0.1～0.2%）。Fig. 3 において加熱温度の低い部分で基準との温度差が負になるのは木片から不燃性ガスが放出されるためであるが，温度の高い所で正になるのは木片の燃焼のためであるから，曲線の高さは燃焼の激しさを示す。同図 C の対照木片の曲線は 400°C 附近において急上昇しているが，これは発焔燃焼のためである。従つて A, B は無焔燃焼の場合であることが分る。A では処理木片の曲線が対照木片程上昇していないし B では対照木片の燃焼が 330°C 附近より 450°C まで続いているのに対し，処理木片は 450°C に至つて始めて対照木片の曲線と同じ程度の高さのピークを示すだけであつて，燃えにくいことが分る。A, B いずれにおいても以上のように防火処理の効果は観察されるが，C においては対照木片が約 390°C で発焔燃焼し，処理木片は加熱の最後に至るまで発焔

ないのでその効果が一層明瞭である。防火の立場からいえば，A，B のように加熱速度が緩慢で対照木片がたとえ燃えても発焔しない場合よりも，C のように加熱速度が大で発焔燃焼する場合にこれを防止する方が重要であり，かつ，加熱速度としては A，B より C の方が木造家屋の火災の時の加熱速度[2]に近い。

次に発焔を防止するに必要な塗布量について調べるのであるが，発焔燃焼を起り易くするために，Fig. 3, C の場合より大きい加熱速度 (Fig. 2, (3)) で，本試料と飽和炭化水素の塩素化物（市販，エンパラ 70）とを比較した。燃焼に際して発焔するしないは加熱速度ばかりでなく，空気の供給状態によつて大きく左右されるので，出来るだけ同じ条件で加熱せねばならない。この場合，発焔を阻止する両者の塗布量そのものより，塗布量の比較に意味がある。実験結果を Table 1 に示す。すなわち防火効力は本試料の方が著しいといえる。なお処理木片は試料を種々の濃度に溶かした四塩化炭素溶液と種々の時間室温でふりまぜることによつて塗布量を調整し，木片表面を軽く拭つた後，室内で一週間風乾したもので，風乾後の重量増加から塗布量を計算した。

**Table 1.** The minimum quantity of fire-retardants enough to prevent wooden pieces from burning with flame

| Fire-retardants | | Combustion with (+) or without (−) flame |
|---|---|---|
| Kind | Amount used, wt. % against intact wooden pieces | |
| The present sample | 43.3% | − |
| | 39.4 | − |
| | 35.1 | − |
| | 35.1 | ±* |
| | 31.7 | + |
| Empara 70** | 71.0 | − |
| | 57.6 | − |
| | 53.3 | − |
| | 53.3 | ±* |
| | 50.4 | + |
| Control | 0 | + |

* A flame appeared, but vanished at once.
** On sale, chlorination product of paraffin, The velocity of heating adopted in this experiment is given in Fig. 2.
Combustion with flame broke out at 360～380°C.

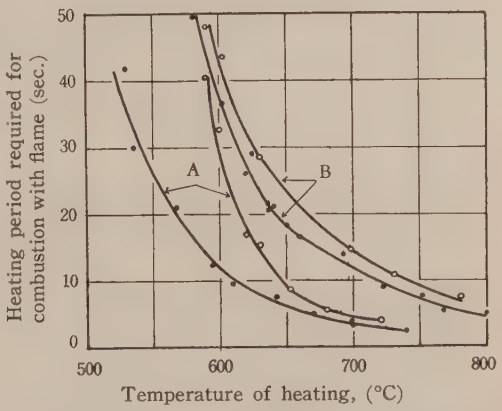



**Fig. 4.** Delay of combustion at one-side heating of wooden plates treated with the chlorination product.
A····*Sugi*, cryptomeria
B····*Nara*, Quercus glandulifera Blume
-●—●- control, -○—○- treated

### 3. 木材塗布面における防火性

前記各実験に使用した木片は厚さの薄いもので，また塗布方法から見ても，試料が内部まで浸透しているものであるが，表面塗装された木材が塗装面を加熱された時の防火性を検討することも必要である。

1.4×7.5×7.5cm のスギ板，ナラ板の全乾状態のものに濃度約 40% の本試料四塩化炭素溶液をはけで2回塗り，35°C 1晩乾燥したものを処理木片とした。塗膜乾燥後の重量増加から見て，塗布量は平均 2.7g/100cm² であつた。対照木片は室内に放置してあつたものをそのまま用いた。防火性の検討は秋田[3]の方法により，定温で加熱し，各加熱温度において発焔燃焼するまでの時間を測定した。測温は島津製作所 145 型パイロメーターによる。実験結果は Fig. 4 の通り，ナラのような堅木よりスギに対する効果が顕著である。

## 要　　約

本試料を塗布した木材は加熱によつて分解，着火燃焼するが，燃焼に際し焔を出さないので，塗料ベース

に防火力を附与する目的に使用し得る。その効力は飽和炭化水素の塩素化物より大で，スギのような燃え易い材質に対して著しいことは勿論，ナラのような比較的燃えにくい堅木に応用する場合にもなお相当な期待をかけられる。

本研究に対し御指導を仰いだ東京工業大学舟木教授に対し深く感謝します。

## 文　　献

1) 鈴木康策：本誌，**24**，45 (1958).
2) 木下正雄・清水定吉：東京工大学報，**4**，631 (1935).
3) 秋田一雄：工化，**60**，123，(1957).

# 冷凍貯蔵中に於ける魚肉の変色に関する研究—I.

## 混合溶液中の $Fe^{II}$ 型及び $Fe^{III}$ 型ミオグロビンの同時定量法について*

佐野吉彦・橋本周久
(東京大学農学部)

# Studies on the Discoloration in Fish Meat during Freezing Storage—I.

## A Spectrophotometric Method for the Simultaneous Determination of Ferrous and Ferric Forms of Myoglobin in their Mixed Solution

Yoshihiko Sano and Kanehisa Hashimoto

In order to investigate the discoloration of tuna meat during freezing storage, it is necessary to follow quantitatively the metmyoglobin (MMb) formation responsible for browning. As no precise methods for determining the amount of met-form in fresh meat have so far been reported, a new spectophotometric method was devised.

As accepted usually, there exist three forms of myoglobin (Mb), reduced Mb, oxy-Mb ($MbO_2$) and MMb in the meat. Among these three, the former two can be converted readily to carbonyl-Mb (MbCO) by exposing them to carbon monoxide (Case 1). All the derivatives can be converted into MbCO by treating them similarly with CO after reducing MMb with sodium dithionite (Case 2), and also into MMb by adding a trace of ferricyande solution (Case 3).

If the optical densities at 568 m$\mu$ ($\alpha$-max. of MbCO of fish) in Cases 1, 2 and 3 are designated as $d$, $a$, and $b$, respectively, the relative amount ($\chi$ %) of MMb to total Mb in the solution can be calculated by the equation:

$$\chi = \frac{a-d}{a-b} \times 100$$

(Fig. 1).

To avoid the autoxidative change to MMb from ferrous Mb in the experiment, temperature should be kept as low as possible and pH near the neutral (cf. Figs. 2 and 3). The application of neutral pH is further reasonable, in view of the fact that the absorption spectrum of tuna MMb changes with pH, $E_{568m\mu}$ increasing in alkaline side (Table 1). Accuracy of this method was good, as judged from the results of experiments obtained for the mixture of known amounts of pure preparations (Table 2). An example of application of the method was shown in Fig. 4, which indicates that the lower the pH is, the more rapid the MMb formation (cf. Fig. 3).

## 序　　論

マグロ類筋肉の赤色は高等動物に於けると同様，主にミオグロビン（以下 Mb と略記）に因るものである[1]。極く新鮮なマグロ肉の内部は通常黒ずんだ赤色を呈するが，これは還元型 Mb に因るもので，このことは動物死後の筋肉内部では血液による酸素供給が全く停止されるのに対して，一方チトクロームオキシダ

1958 年 7 月 15 日受理

* 本報告の要旨は昭和 33 年 4 月 2 日日本水産学会年会に於いて講演した。

ーゼ系等を通ずる酸化過程は依然存続し，ここに酸素欠乏の状態を現出するであろうことからも容易に肯ける。この切口を空気中に放置すると切口の部分から次第に鮮紅色に変化して行く。これは切断面からの酸素の拡散により Mb が還元型よりオキシ型に変化することに因るものである。更に長時間放置する時は FeII 型 Mb が FeIII 型 Mb（メト Mb，以下 MMb と略記）へ酸化する為に，遂に暗褐色の不快な色と化する。

現在尚この酸化の機序についてはよく判っていないが，この MMb 生成速度は低温程遅いことが認められている[2]。従つて色調悪変の防止には温度に関する限り氷蔵は常温貯蔵に優り，冷凍冷蔵は氷蔵に優り而も冷凍及び冷蔵の温度は低い程効果的と一応考えられるが，事実は冷凍必ずしも効果的でないのみか，短期間内では却つて氷蔵に劣る場合さえある様に見受けられる。然しながら常に左様な現象が認められると断言するには例証が不足であるし，仮りにこの様な事実があるとしてもその機構に至つては全く不明であることはいう迄もない。斯様な魚肉変色に関する研究上の困難はこれ迄肉中の Mb の還元，オキシ，メト型の各誘導型態別分布を測定する適当な方法がなかつたことに起因するところが大きいと考えられる。著者らは先ずマグロ血合肉から得た結晶 Mb を用い，メト型への変化に関係する諸要因中，温度及び pH の影響を検討し，これらの結果を基として差当り上記各誘導型態の純品混合溶液中に於ける FeII 型色素及び FeIII 型即ちメト型色素の同時定量法を考案したのでここにその概略を報告する。

## I. 定量法の原理

同一試料溶液中に於ける FeII 型及び FeIII 型 Mb の両者各々を定量するためには先ず，(i) 試薬を用いて両者を分別する方法。(ii) FeIII 型は酸素吸収能を有しないことを利用する瓦斯分析法。(iii) FeII 型 Mb の何れかの誘導体と FeIII 型との吸収スペクトルの相違を利用する方法。の三者が考えられる。(i) の方法としては，SCHÄFER[3] はヘモグロビンにつき塩基性酢酸鉛を用いて両者型態の分別が可能なことを述べているが，これを Mb に適用し得ないことは既に右田ら[4]，松浦ら[5] が明らかにしたところであり，今の処他に適当な試薬も見当らない。(ii) は理論上可能なるも操作煩雑に過ぎ定量誤差の大きいことが予想される。そこで著者らは (iii) の方法を用いることにした。

魚肉色素抽出液中には，還元型 (FeII 型)，オキシ型 (FeII 型) 及びメト型 (FeIII 型) の三者の共存が一応考えられるが，前二者のすべて及び色素のすべてを FeII 型のまま何らか 1 種の誘導型態に化した場合と，色素のすべてをメト型に化した場合の吸収スペクトルの相違から FeII 型含量と FeIII 型との混合割合を知ることは理論的に可能な筈である。前者の場合 FeII 型色素を如何なる誘導型態に揃えるのが最も適当であるかについて考えてみると，還元型 Mb 及びオキシ Mb ($MbO_2$ と略記) は比較的不安定でメト化し易く実験操作中に於ける型態の変化を無視することはできない。然るにカルボニル Mb (MbCO と略記) は最も安定性が大きく，カルボニル (CO) 化も極めて容易でありこの目的に適う。

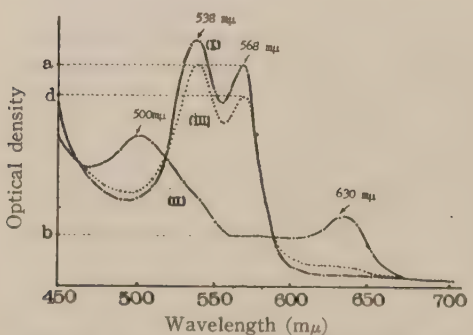



**Fig. 1.** Light absorption spectra of MbCO (I), MMb (II) and their mixture (III) at pH 7.0 (0.2 M phosphate buffer). (I), 100 %MbCO; (II), 100 % MMb; (III), mixture (MMb: X %, MbCO: (100 −X) %.

今，前記の各種誘導型態の Mb 混合溶液について Mb をすべて CO 型に化した場合 (I) とメト型にした場合 (II) との両者の吸収曲線を図示すると Fig. 1 の如くなる。(溶液の pH は何れも中性附近)。尚点線で示した曲線 (III) はメト型をそのままにして FeII 型のみを CO 化した場合，即ち色素全量に対して X % のメト型と (100 −X) % の CO 型との混合液の吸収を示す。今マグロ MbCO の α 極大の現われる波長 568 mμ に於ける (I), (II), (III) の吸光度をそれぞれ，*a*, *b*, *d* とすれば，

$$\chi = \frac{a-d}{a-b} \times 100\ (\%) \quad \cdots\cdots (1)$$

の式が成立する。よつて $a$, $b$, $d$ を測定して FeII 型及び FeIII 型 Mb の混合割合を算出することができる。更にその全 Mb 量からそれぞれの絶対量をも同時に定量しうる。

## II. 定量法に関する二，三の吟味

上記の原理を実際の定量方法に適用するに当つては色素溶液の pH，温度等実験操作上吟味を要する若干の問題がある。うち最も重要と思われる二，三の点について以下の実験を行つた。

**[試料及び方法]**

**(1) 試料溶液:** マグロ血合筋肉から調製した MMb の結晶[6] を少量の水に溶解し，冷蔵庫中で水に対し透析し完全に塩類を除いた MMb 水溶液に数滴の 0.2 M, pH 7 の phosphate buffer (P. B. と略記) を加え，窒素気流中で $Na_2S_2O_4$ の極く微量を加えて全色素を還元し，直ちにセロファン袋に入れて窒素気流中，氷水に対し時々振盪しながら透析を行うと次第に還元 Mb の色調は消失し $MbO_2$ の鮮紅色に変る。この色素液を直ちに各種 pH 及び濃度の氷冷 P. B. で稀釈し原 $MbO_2$ 溶液として用いた。

**(2) 緩衝液:** 各種 pH 及び濃度の P. B. (組成分，$K_2HPO_4$ 及び $NaH_2PO_4$) を用いた。

**(3) CO 化:** 水，50 % KOH 溶液，$Na_2S_2O_4$ アルカリ液で順次洗滌した石炭ガスを硝子鐘に導き氷水浴中の色素液と時々振盪しつつ約 30 分反応させた。かくして生成した MbCO は操作中一部 $MbO_2$ に変化する恐れがあるので，吸光度測定直前に再び CO 化を行つた。

**(4) 色素液の pH 及び吸光度測定:** それぞれ BECKMAN の pH メーター及び分光光度計 (DU 型) を使用した。

**[実験及び結果]**

**[実験-I.] MMb 生成に於ける温度及び pH の影響**

0.1 M P. B. (pH 5.78) で稀釈した $MbO_2$ 溶液を 0°C, 13°C (室温), 25°C に 4 時間放置して温度の影響を調べた。Fig. 2 の結果から獣肉 Mb に於ける

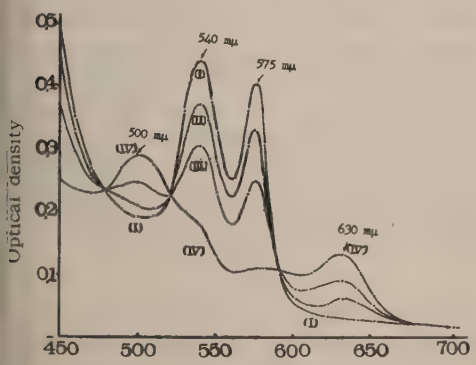



**Fig. 2.** Effect of temperature on the conversion of tuna $MbO_2$ to MMb at pH 5.78 (0.1 M phosphate buffer) and at various temperatures. 4 hrs. stored.
(I), before storage; (II), 0°C.; (III), 13°C.; (IV), 25°C.

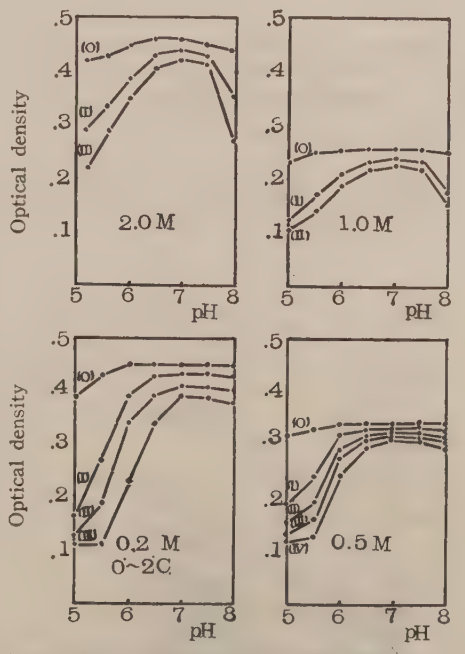



**Fig. 3.** Effect of pH on the conversion of tuna $MbO_2$ to MMb in the various concentrations of phosphate buffer at 0°C.
Ordinates: optical density at 575 mμ. (O), before storage; (I), 24 hrs. stored; (II), 48 hrs. stored; (III), 72 hrs. stored; (IV), 96 hrs. stored.

と同様，高温程メト化の著しいことが判る。よつて操作中できるだけ低温（凍結は別問題とする）で処理するのが望ましい。次に $MbO_2$ 溶液を各種 pH 及び濃度の P. B. で稀釈し，0°C に数日間放置してその間の $MbO_2$ の $\alpha$ 極大の現われる波長 575 m$\mu$ に於ける吸光度の変化を測定すると Fig. 3 の通りである。この図から何れの P. B. 濃度に於いても pH 7 附近でメト化が最も遅く，酸性側，特に pH 6 以下ではその変化の著しいことが判る。

**[実験-II.] MMb の吸収スペクトルに及ぼす pH の影響**

MMb は MbCO 等と異り溶液の pH の変化によつて可成り吸光度の変ることが獣類 Mb について知られている[7] のでこの点本法実施に当つても充分吟味しておく必要がある。

**Table 1.** Effect of pH on the absorption spectrum of tuna MMb, represented by optical density at 568 m$\mu$. MMb conc.: 0.635 g./*l*.

| pH | 5.04 | 5.52 | 6.03 | 6.52 | 7.03 | 7.52 | 8.02 | 8.50 | 8.87 | 10.03 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $E_{568m\mu}$ | 0.105 | 0.104 | 0.104 | 0.104 | 0.104 | 0.108 | 0.122 | 0.141 | 0.176 | 0.272 |

そこで先ずマグロ MMb 結晶標品の水溶液を種々の pH の 0.2 M P. B. で稀釈した際の吸収スペクトルの変化を調べた結果を，今問題となる MbCO の $\alpha$ 極大 (568 m$\mu$) に於ける pH と吸光度との関係についてのみ示せば Table 1 の如くである。尚念の為マグロ MbCO の吸収スペクトルに及ぼす pH の影響をも調べたが，pH 5 乃至 9 では殆んどその影響が見られなかつた。

## III. 定量操作法

上記の結果から一応次の操作法を考えた。筋肉よりの色素抽出法については次報に譲ることとし，先ずここに MbCO と MMb の混合溶液が得られたとする。尚これ迄及び以後の操作はすべて氷水で冷却しつつ行う。この溶液を次いで 0.2 M P. B. (pH 7.0) で吸光度測定可能な範囲即ち 100 % MbCO 溶液とした時の 568 m$\mu$ に於ける吸光度が 0.4～0.45 程度となる様に稀釈した後，5 ml 宛約 10 ml 容の共栓付試験管 3 本に分取する。内 1 本は CO 処理後前記（1）式の d の測定用に充て，他の一つには極く微量の $Na_2S_2O_4$ を加えて共存する MMb を悉く還元して後，再び CO を通じてすべて MbCO に変えた上吸光度 $a$ を測定する。残る 1 本には 1% $K_3Fe(CN)_6$ 溶液 1 滴を加えて約 10 分間放置し完全に MMb にかえ $b$ を測定する。この $a$, $b$, $d$ から試料液中の MMb の百分率 x を（1）式により算出する。尚試料液中の全色素濃度 $y$ は $a$ を用い次式により算出できる。

$$y = a \cdot f \cdot \frac{M}{E} \text{ (g/l)}$$

但し，$f$ は稀釈率，$M$, $E$ はそれぞれ Mb の分子量及び MbCO の 568 m$\mu$ に於ける吸光係数を表わす。

今混合割合既知の MMb と MbCO との混合溶液を用いてこの定量法の精度を検討した結果を Table 2 に示す。定量誤差は極めて小さいことが判る。

**Table 2.** Results of analysis carried out on the mixture of known amounts of MMb and MbCO preparations. Mb conc.: 0.630 g./*l*.

| No. of Experiment | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Percentage of MMb | Calculated | 26.5 | 26.4 | 51.4 | 51.4 | 76.3 | 76.9 |
| | Found | 26.5 | 26.3 | 51.0 | 51.1 | 75.8 | 76.7 |

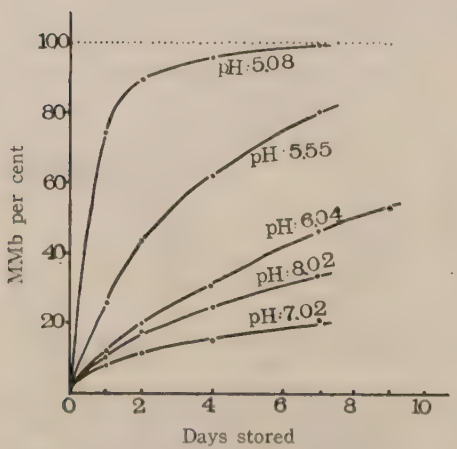



**Fig. 4.** Effect of pH on the conversion of tuna $MbO_2$ to MMb during storage at 0°C. In all cases 0.2 M phosphate buffer was used.

## IV. 応 用 例

次にこの方法を用い $MbO_2$ の MMb への変化に及

ぼす pH の影響を定量的に調べてみた。即ち，マグロ $MbO_2$ 溶液 (MMb を約5％含む) を各種 pH の 0.2 M P. B. で稀釈し，それぞれ 5.0 ml 宛約 12 ml 容の共栓付試験管に分注し，0°C に貯蔵してその MMb 生成量を比較した結果を Fig. 4 に示す。この図からも pH の如何がメト化に於いて極めて大きい影響をもつことが判る。

## 考　　察

本定量法に於ける吸光度測定にはマグロ類 MbCO の α 極大の現われる波長 568 mμ を選んだが，この理由は本波長に於ける MMb と MbCO の吸光度の比が約 1:4.3 で可視部では最も大きく，且つたまたまこの波長附近の MMb の吸光曲線がほぼ平坦であること，及び同一波長に於ける二測定値間の差を計算に用いることになるため，不純物を含む様な場合にこれに基く吸光の影響を消去する結果となること等が挙げられる。但し CO 化及びメト化に際してそれぞれ微量ながら還元剤及び酸化剤を用いているのでこれによつてこの波長の吸光度が著しく変る様な不純物を含む系では別個の考慮が必要であろう。

Table 2 の結果から判る様に少くとも色素の純粋溶液についてはかなりの精度を以て FeII 型及び FeIII 型 Mb を同時に定量しうる。本法の魚肉試料への適用の可能性を目下検討中であるが，予備的試験の結果は良好な成績を得ている。

以上マグロ類 Mb について述べたが，この方法の原理はその他の魚種や獣類 Mb にも適用可能な筈である。然し動物種により MbCO の α 極大の現われる波長及びこの波長に於ける MbCO, MMb の吸光係数の異なることはいう迄もなく，また CO 化の速度には動物種による相違があることが予想されるので予めこの点の吟味を要するであろう。

## 要　　約

マグロの結晶 Mb の溶液を用い，$MbO_2$ の MMb への変化に及ぼす温度及び pH の影響を検討した上，還元 Mb, $MbO_2$ 及び MMb の三者共存混合液中の FeII 型並びに FeIII 型 Mb を比較的簡易に而も精度よく同時定量する方法を考案した。

終りに本研究を行うに当り，終始御懇篤なる御指導を賜わつた松浦文雄教授に深謝する。尚本研究は一部文部省科学試験研究費によつた。記して謝意を表す。

## 文　　献

1) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, **20**, 308 (1954).
2) J. BROOKS: *Dept. Sci. Ind. Research Rept. Food Investigation Board*, 25～30 (1930); *C. A.* **25**, 5200 (1931).
3) E. A. SCHÄFER: Text-book of Physiology Vol. 1, p. 241 (1898).
4) 右田正男ら: 鯨肉及び Drip 中の水溶性色素について.
5) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, (投稿中).
6) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, **20**, 946 (1955).
7) W. J. BOWEN: *J. Biol. Chem.* **179**, 235 (1949).

# ヒノキチオールの鮮度保持効果

野口栄三郎・山本常治
(日本海区水産研究所)

## Availability of Hinokitiol for the Preservation of Fish

Eizaburo Noguchi and Joji Yamamoto

In this report, we examined the improvement of keeping quality of fish achieved by application of hinokitiol (*m*-isopropyl tropolon), sodium hinokitiolate and asnalon (oil of *Thujopsis dolabrata* SIEB.).

Fishes previously kept immersed in 0.01% or 0.02% solution of hinokitiol for about one or two hours were stored at room temperature. Hinokitiol, sodium hinokitiolate and asnalon were recognized to be the same with one another in respect of apparent effectiveness, and freshness of the fishes treated with these agents was maintained almost two or three times longer over that of the control. Asnalon, however, is not suited for actual use because of its intense oder and bitter taste.

It has been ascertained that the preservative power of hinokitiol for fish is attributable at least in part to its inhibitory effect on protease activity (see Table 4).

ヒノキチオールはタイワンヒノキの揮発性成分中から発見された酸性物質で iso propylcyclo-hepta-triendlon という特異の構造を有する淡黄色の結晶で，各種の細菌及びカビ等に対して極めて強い発育阻止作用を示し[1]，またヒバ材 (*Thujopsis dolabrata*) の精油中にもこのヒノキチオールの存在が認められ[2]，ヒバ精油の防腐作用が報告されている。更にまたこのようにヒバ材から抽出されたヒバ酸性油(アスナロン)についても既に新潟大学の柿内科の人々によって結核及び外科的疾患の治療剤として広汎な研究[3]が行われ，その結果はかなり良好な治療成績が得られている。またその毒性についても比較的弱いことが報告[3),4),5)]されている。たまたま我々はヒノキチオール，ヒノキチオールソーダ及びアスナロンを入手したので，各種の鮮魚及び塩蔵魚に対しその防腐効力を研究した所，比較的良好な成績を得たのでその結果を報告する。終りにヒノキチオール，アスナロン等の提供を頂いた小川香料株式会社及び分析を担当して頂いた宮沢玲子さんに感謝の意を表する。

### 実験方法

#### (1) 鮮魚及び塩蔵魚に対する防腐効果

魚種はアジ，サバ，スケソーダラ，ニギス，ハタハタ，サンマ及びスルメイカ等を使用した。これらは底曳及び巾着網，一本釣等によって前日または前夜漁獲されたもので，水氷又は砕氷をのせられ，翌朝市場に陸揚げされた比較的新鮮なものである。ヒノキチオール及びアスナロンは水に不溶性なので，プロピレングリコールの少量に溶解したものを 3.0% の食塩水で薄め，ヒノキチオールソーダは直ちに 3.0% の食塩水で溶解して所要の濃度とした。魚体は丸のまま所定の液中に1時間浸漬後液を切り，シャレーにならべ蓋をした後室温 (20°C) 及び低温 (0°～6°C) に保管し，随時取出して，官能的観察と共に筋肉部の pH 値 (ベックマン pH メーターによる) 揮発性塩基窒素量 (コンウェーの微量拡散法)，揮発性酸量 (水蒸気蒸溜法) トリメチールアミン量 (Dyer 法) 等の測定を行った。塩蔵の場合は 10% 又は 15% の食塩溶液を作り，同様に処理し，浸漬時間は3時間乃至 24 時間とし，水切り後ポリエチレン袋に入れ，各温度 (0°C 及び 20°C 前後)で保存した。

#### (2) 蛋白消化酵素に対する影響

ペプシンは極東製薬製の純ペプシン (1: 5000) を用い，基質としてはカゼインを使用した。実験方法はア

1958 年 7 月 16 日受理

ルカリ性として溶解した 1% のカゼイン液 5cc にヒノキチオール Na 液 4.0cc, $\frac{1}{20}$ N. HCl 液 10cc, ペプシンの 0.1% 液 1cc を加え (pH 値は 2.6), 35°C の温水中に 2 時間放置し, 直ちに加熱して酵素作用を破壊し, トリクロール酢酸 10% 液 5cc を加えて沪過し, 沪液中の可溶性窒素量を測定してその阻害作用を比較した。また自己消化作用に対する影響をみるには新鮮なサバ精肉を細砕したもの 1g に対してヒノキチオール Na 液 4cc, 水 15cc, クロロホルム 0.1cc, トルオール 2cc を加え, 充分に攪拌混合後 30°C に放置し, 所定時間後 10% トリクロール酢酸液 5cc を加えて加熱沪過し, 沪液中の可溶性窒素量からその阻害作用を比較した。

## 試 験 結 果

### (1) 防腐効果と濃度との関係

ヒノキチオールソーダの 0.02%, 0.01% 及び 0.002% を含有する 3.0% 食塩液にハタハタを 30 分間浸漬し, 0°～6°C の低温度で貯蔵した。実験開始時のハタハタの筋肉 pH 値は 7.1, 揮発性塩基窒素量は 9.5mg·% のもので, 鮮度は比較的良好のものである。実験結果の例を第 1 表に示す。

**Table 1.** Effect of sodium hinokitiolate on storage-life of hatahata (*Arctoscopus japonicus*) at 0°～6°C.

| Treatment* \ Days after treatment | | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | pH | 8.5 | 855 | 8.5 | | |
| | Volatile basic-N | 68.6mg·% | 94.4mg·% | 112.6mg·% | | |
| | Organoleptic impression | Badly stinking Surface slimy | Badly stinking Flesh very soft | Badly stinking Flesh very soft | | |
| 2 | pH | 7.2 | 7.4 | 7.4 | 7.9 | 8.0 |
| | Volatile basic-N | 11.2mg·% | 17.9mg·% | 23.6mg·% | 48.2mg·% | 50.1mg·% |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface lost brilliancy | Slightly stinking | Slightly stinking Surface slimy | Badly stinking Surface slimy |
| 3 | pH | 8.4 | 8.4 | 8.5 | | |
| | Volatile basic-N | 49.8mg·% | 68.9mg·% | 118.2mg·% | | |
| | Organoleptic impression | Slightly stinking Surface slimy | Badly stinking Flesh very soft | Badly stinking Flesh very soft | | |
| 4 | pH | 7.1 | 7.1 | 8.0 | 8.2 | 8.0 |
| | Volatile basic-N | 11.8mg·% | 17.9mg·% | 53.5mg·% | 63.3mg·% | 43.1mg·% |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface brilliant | Slightly stinking Surface slimy | Badly stinking Surface slimy | Badly stinking Surface slimy |
| 5 | pH | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.4 |
| | Volatile basic-N | 9.5mg·% | 10.4mg·% | 17.4mg·% | 16.5mg·% | 24.9mg·% |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface brilliant | Slightly stinking Surface lost brilliancy | Slightly stinking Surface slimy |

* 1····Immersed in 3.0% NaCl solution for one hour.
2···· 〃 3.0% NaCl containing 0.002% chloramphenicol.
3···· 〃 3.0% NaCl 〃 0.002% sodium hinokitiolate.
4···· 〃 3.0% NaCl 〃 0.01% 〃
5···· 〃 3.0% NaCl 〃 0.02% 〃

ヒノキチオールソーダの 0.002% 液浸漬の場合には対照と著るしい差異はないが, 0.01% の場合にはかなり有効で約 2 倍の期間延長が出来, 0.002% のクロロマイセチンよりはその効力は弱いがかなり有効である。0.02% の場合には極めて有効で, 対照が 4 日目 (恐らくは 3 日頃と推定される) で初期腐敗に達しているのに対して 10 日目にようやく初期腐敗を呈し, 約 3 倍の保蔵期間の延長を見た。また別の試料 (ハタハタ) を用いて行つた場合, 5 日目に対照が初期腐敗に達したのに対し, 0.01% 液に浸漬の場合は 8 日目, 0.02% 液浸漬の場合は 11 日目に初期腐敗に達している。即ちヒノキチオールソーダの効力は 0.002% 程度ではそれ程顕著に示さないが, 0.02% 程度の液に浸漬することによつて顕著にその効果を示すものと思

われる。

またアスナロンを使用した場合も同様の結果を得たが，この場合に特に注目される現象は，魚体をヒノキチオールソーダ液に浸漬することによつて魚体の色沢が極めて鮮明となり美麗な銀白色を呈することであつて，対照が時間の経過と共に色沢を失うことに対して極めて興味のある現象を呈した。

**（2） ヒノキチオール，ヒノキチオールソーダ及びアスナロンの防腐効果の比較**

サバ，サンマ，ニギス，スケソーダラ，イカ等を15%の食塩水中に浸漬した場合の防腐効果を比較した。実験結果の1例を示すとニギスは定置網で漁獲され，市場に陳列されたもので，所定溶液中に室温（20°C）で3時間浸漬（浸漬後の対照品の筋肉pH値は6.37，揮発性塩基窒素量13.2mg·%，揮発性酸量5.3mg·%）後ポリエチレン袋中に入れて20°Cに放置した。スルメイカは[illegible]のもので頭及び内臓を除去し，胴肉部のみを同様に処理した。また使用したスルメイカの鮮度は良好で浸漬直後の筋肉pH値は5.78，揮発性塩基窒素量5.5mg·% のものである。結果の一部を第2表及び第3表に示す。

**Table 2.** Effect of hinokitiol, sodium hinokitiolate and asnalon on storage-life of nigisu (*Argentina semifasciata*) at 20°C.

| Treatment* | Days after treatment | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | pH | 6.9 | 7.3 | 7.6 | |
| | Volatile basic-N | 55.4mg·% | 102.2mg·% | 141.0mg | |
| | Volatile acids | 50.8mg·% | 176.1mg·% | 83.7mg | |
| | Organoleptic impression | Slightly stinking Surface slimy | Badly stinking Flesh soft | | |
| 2 | pH | 6.5 | 6.8 | 7.2 | 7.4 |
| | Volatile basic-N | 25.2mg | 68.6mg | 116.2mg | 142.0mg |
| | Volatile acids | 32.9mg | 85.6mg | | |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface lost brilliant | Badly stinking Surface slimy Fiesh soft | | |
| 3 | pH | 6.5 | 6.5 | 6.8 | 7.2 |
| | Volatile basic-N | 14.5mg | 18.2mg | 37.8mg | 64.4mg |
| | Volatile acids | 8.7mg | 15.2mg | | |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface slimy | Odor fresh Surface slimy | Slightly stinking Surface slimy |
| 4 | pH | 6.6 | 6.3 | 6.5 | 6.6 |
| | Volatile basic-N | 14.5mg | 18.5mg | 37.8mg | 47.0mg |
| | Volatile acids | 11.8mg | 14.3mg | | |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface slimy | Slightly stinking Surface slimy |
| 5 | pH | 6.4 | 6.3 | 6.6 | 7.0 |
| | Volatile basic-N | 14.3mg | 29.7mg | 51.0mg | 85.4mg |
| | Volatile acids | 56.7mg | | | 96.7mg |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface slimy | Odor fresh Surface slimy | Slightly stinking Surface slimy |
| 6 | pH | 6.6 | 6.8 | 6.4 | 6.8 |
| | Volatile basic-N | 15.7mg | 24.6mg | 44.0mg | 102.2mg |
| | Volatile acids | 24.5mg | 47.1mg | 31.0mg | 127.7mg |
| | Organoleptic impression | Odor fresh Surface brilliant | Odor fresh Surface slimy | Odor fresh Surface slimy | Badly stinking Surface slimy |

* 1…Immersed in 15% NaCl solution for three hours.
2… 〃 20% NaCl solution.
3… 〃 15% NaCl solution containing 0.002% chloramphenicol.
4… 〃 15% NaCl solution containing 0.02% hinokitiol.
5… 〃 15% NaCl solution containing 0.02% sodium hinokitiolate.
6… 〃 15% NaCl solution containing 0.02% asnalon.

**Table 3.** Effect of hinokitiol, sodium hinokitiolate and asnalon on storage-life of cuttle-fish (*Ommastrephes sloani pacificus*) at 20°C.

| Treatment* \ Days after treatment | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | pH<br>Volatile basic-N | 5.7<br>11.6mg·% | 5.9<br>21.1mg·% | 6.4<br>53.2mg·% | 7.0<br>97.2mg·% | | | | | | | | |
| | Organoleptic impression | Slightly stinking<br>Surface reddish | | Badly stinking | | | | | | | | | |
| 2 | pH<br>Volatile basic-N | 5.8<br>14.8mg·% | 6.0<br>12.7mg·% | 6.1<br>18.5mg·% | 6.1<br>19.3mg·% | 6.3<br>44.7mg·% | 6.3<br>69.4mg·% | | | | | | |
| | Organoleptic impression | Slightly stinking<br>Surface reddish | | | | | Badly stinking | | | | | | |
| 3 | pH<br>Volatile basic-N | 6.0<br>12.2mg·% | 5.9<br>8.0mg·% | 6.1<br>13.4mg·% | 6.1<br>16.2mg·% | 5.9<br>24.6mg·% | 6.2<br>38.6mg·% | 6.8<br>65.0mg·% | 7.0<br>79.8mg·% | 7.1<br>95.8mg·% | | | |
| | Organoleptic impression | Salted-fish odor<br>Surface whitish | Salted-fish odor<br>Surface whitish | | | Slightly stinking | | Badly stinking | | | | | |
| 4 | pH<br>Volatile basic-N | 6.0<br>15.0mg·% | 6.1<br>11.1mg·% | 6.0<br>15.4mg·% | 6.2<br>15.7mg·% | 6.3<br>24.1mg·% | 6.2<br>35.0mg·% | 6.5<br>40.3mg·% | 6.6<br>48.2mg·% | 6.7<br>55.2mg·% | 7.5<br>96.3mg·% | | |
| | Organoleptic impression | Salted-fish odor<br>Surface reddish | | | | Slightly stinking | | | | Badly stinking | | | |
| 5 | pH<br>Volatile basic-N | 6.0<br>13.3mg·% | 6.1<br>7.7mg·% | 6.1<br>16.0mg·% | 6.2<br>16.0mg·% | 6.2<br>15.4mg·% | 6.0<br>15.7mg·% | 6.0<br>18.8mg·% | 6.2<br>19.3mg·% | 6.9<br>19.3mg·% | 6.3<br>30.2mg·% | 6.1<br>31.9mg·% | 6.5<br>51.8mg·% |
| | Organoleptic impression | Odor fresh<br>Surface slightly reddish | Salted-fish odor | | | | | | | | | | Slightly stinking |
| 6 | pH<br>Volatile basic-N | 5.9<br>12.5mg·% | 5.9<br>9.9mg·% | 6.0<br>13.2mg·% | 6.1<br>12.6mg·% | 6.0<br>16.5mg·% | 6.1<br>18.5mg·% | 5.7<br>18.5mg·% | 5.9<br>19.3mg·% | 6.8<br>28.8mg·% | 6.1<br>33.3mg·% | 5.8<br>40.3mg·% | 5.8<br>52.1mg·% |
| | Organoleptic impression | Odor fresh<br>Surface reddish | | | | | | | | | | | Slightly stinking |
| 7 | pH<br>Volatile basic-N | 5.8<br>14.1mg·% | 5.9<br>11.6mg·% | 5.8<br>14.6mg·% | 6.2<br>14.0mg·% | 6.0<br>14.0mg·% | 6.0<br>15.1mg·% | 5.9<br>17.6mg·% | 6.2<br>19.3mg·% | 6.5<br>23.8mg·% | 6.4<br>41.7mg·% | 6.1<br>54.3mg·% | 6.7<br>82.3mg·% |
| | Organoleptic impression | Odor fresh<br>Surface slightly reddish | Salted-fish odor | | | | | | | | | Slightly stinking | Badly stinking |

* 1··Immersed in 15% NaCl solution for three hours.
2·· 〃 20% NaCl solution.
3·· 〃 15% NaCl solution containing 0.002% chloramphenicol.
4·· 〃 15% NaCl solution containing 0.002% chlorotetracycline.
5··Immersed in 15% NaCl solution containing 0.02% hinokitiol.
6·· 〃 15% NaCl solution containing 0.02% sodium hinokitiolate.
7·· 〃 15% NaCl solution containing 0.02% asnalon.

即ち塩蔵ニギスの場合，対照品（15% 食塩水浸漬のもの）は貯蔵後2日目には既に初期腐敗に達している。一方ヒノキチオール等に浸漬したものは4日目に初期腐敗に達したものと思われ，対照に比較して約2倍の期間延長出来た。スケソーダラ，サンマ，サバ，ハタハタ等を用いて行つた鮮魚及び塩蔵魚の場合も同様の結果を示し，0°C 及び 20°C 放置の場合にいずれも約2倍程度の保蔵期間の延長をみた。スルメイカの場合は特にその効果が顕著で，対照品が4日（15% 食塩水）及び6日（20% 食塩水）で初期腐敗に達したと思われるのに，ヒノキチオール系統の防腐剤を使用したものは 11 日目頃に初めて初期腐敗の傾向が見られ，約3倍の保蔵期間の延長が認められる。これらの諸実験の結果ではヒノキチオール，ヒノキチオールソーダ，アスナロンの間には防腐効果の点からは特に顕著な差異は認められないが，しいてその順位を作るとすれば，ヒノキチオール，ヒノキチオールソーダ，アスナロンの順位となる。勿論数回の実験例中にはその順位の逆転している場合も観察されているが，このことは恐らく試料魚体に鮮度の個体差があつた為であろうと想像される。

**（3） 蛋白消化酵素に及ぼす影響**

ペプシン及びサバ肉の自己消化酵素作用に及ぼすヒノキチオールソーダの阻害作用の結果は第4表に示すようであつた。

**Table 4.** Effect of sodium hinokitiolate on protease activity.

(1) Inhibitory effect of sodium hinokitiolate on pepsin activity.

| Concentration of Hinokitiol-Na | Increase of soluble nitorogen | Inhibitory effect* |
|---|---|---|
| 0 | 0.73mg | 0 |
| 0.1% | 0.53 | 27.5 |
| 0.02% | 0.54 | 26.0 |
| 0.01% | 0.59 | 19.2 |

Initial amount of soluble nitrogen in 5cc of casein (pH 2.6) is 0.5mg and time of reaction is two hours at 35°C.

* Inhibitory effect is indicated by $\frac{A-B}{A} \times 100$.

A is amount of increased soluble nitrogen of the control.
B is amount of increased soluble nitrogen of the sample.

(2) Inhibitory effect of sodium hinokitiolate on autolysis of the meat of mackerel.

| Time of reaction (hour) | 24 | | 48 | | 72 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Conc. of Hi-Na | Amount of* soluble-N | Inhibitory effect | Amount of* soluble-N | Inhibitory effect | Amount of* soluble-N | Inhibitory effect |
| 0 | 79.6mg | | 173.3mg | | 267.0mg | |
| 0.1% | 27.0 | 66.0 | 109.2 | 42.8 | 128.1 | 52.0 |
| 0.02% | 74.2 | 7.1 | 128.1 | 26.1 | 188.8 | 29.2 |
| 0.01% | 48.6 | 38.9 | 155.1 | 10.5 | 174.0 | 34.8 |

* Amount in 1.0g of the meat of mackerel.

即ち，ヒノキチオールソーダはペプシンや自己消化酵素のような蛋白分解酵素の作用に対して 0.01% のような低濃度でも明らかに阻害作用を示している。従来ヒノキチオール系統のものは鉄，銅のようなメタルイオンと容易に分子内錯塩を作りやすく，この性質が種々の細菌の発育に対して影響を及ぼすものと考えられていた。このような性質が特にチトクローム のようなメタル基を有する酸化還元系の酵素に対して強い影響を示すことは容易に想像されるが，更にペプシンやカテプシンのような蛋白分解酵素等に対しても強い阻害作用を有することが，これらの薬品が広い範囲の細菌に対して発育を阻止するように作用する一原因であると思われる。

## 鮮魚及び塩蔵魚に対する防腐剤としての考察

上記試験の結果から明らかなように，ヒノキチオール，ヒノキチオールソーダ，アスナロン等はその防腐効力はクロラムヘニコールやクロロテトラサイクリン等には劣るが，しかし 0.01% あるいは 0.02% 程度の溶液中に魚体を数時間浸漬することによつてかなりの防腐効果が見られる。特に 0.02% の濃度では無処理の場合に比較し各魚種共種々の温度で約2倍乃至3倍の保蔵期間の延長が見られ，しかもその効果が常に確実に示されている。従来我々が取扱つた多くの防腐剤の実験例では特に鮮魚の場合にはその効果に不同が見られ，再現性が少かつた。これはこれらの防腐剤が特定の細菌に対してのみ効果的であつて普遍性に乏しい為であろうと想像されるが，この点ヒノキチオール系統のものの効果が鮮魚とか塩蔵魚のような非加熱食品に対して極めて普遍的で，且つ再現性を示していることは一つの優れた特性と思われる。またこれらの物質は合成品でなく，天然物から抽出されたもので，その毒性も比較的小さいといわれているが，このことは保健衛生上有害の恐れがある他の抗生物質や合成品の防腐剤に比較してはるかに優れた利点である。またヒノキチオール系統の薬剤に浸漬することによつて魚体表皮の色彩，特にサケ，マス，アジ等の魚体の銀白色を呈するものに対しては，その光沢を鮮明ならしめるという特長を有している。しかし一面においては次のような多くの欠点もある。即ち，(1) ヒノキチオールは各種のメタルイオンと容易に分子内錯塩を形成し，鉄塩や亜鉛イオンは特にその静菌作用を急速に減少させると報告[1]されておることである。我々の行つた焼竹輪の実験結果でも，ヒノキチオール液等に浸漬した場合には焼竹輪の穴の部分が強く赤変し，その防腐効果が殆んど見られなかつた。即ちこのようなヒノキチオール系統の防腐剤を使用する場合には浸漬タンク，用水等から来る金属イオンの影響にかなり注意を払うことが必要である。(2) ヒノキチオールは特有の香り及び渋味を有している。特にアスナロンはその香りや渋味が強く，0.01% でかなり強烈な渋味を感じる。イカ肉をこれらの溶液中に浸漬した場合の結果の一例を第5表に示した。

**Table 5.** Organoleptic test of the odor and the taste of cuttle-fish immersed in hinokitiol solutions.
The fish meat was tested after immersion in the solutions for one hour and boiling with quantity of water three times the volume of meat.

| Judge | Control (3.5% NaCl sol.) | Sodium hinokitiolate sol. | | | Asnalon sol. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.01% | 0.02% | 0.1% | 0.01% | 0.02% | 0.1% |
| A | + | ± | − | − | ## | ## | ## |
| B | ± | ± | − | ± | ## | ## | ## |
| C | ± | ± | ± | + | ## | ## | ## |
| D | − | − | + | + | ## | ## | ## |
| E | ± | ± | − | + | ## | ## | ## |
| F | + | ± | + | ± | ## | ## | ## |
| G | ± | − | ± | + | + | ## | ## |

Marks indicate the sharpness of odor and the bitterness of taste.

勿論これらの実験の場合には嗅覚及び味覚について特に異常な関心を以てテストされた為に意識的な採点がされていると見られる。実際市場で使用された場合には料理の際に魚体が洗滌されること及び他の調味料等と共に使用されるので，恐らくヒノキチオールソーダの場合には 0.1% 程度の使用でも感知されないのではないかと思われる。但しアスナロンの場合には特にその臭気と渋味の強い為に使用は不可能であろうと思われる。これらの実験から考えると他の魚体の場合でも長く浸漬する場合は勿論，魚肉中に混入するというような場合には味覚の点からその使用量に限度があり，ヒノキチオールソーダの場合でも 0.1% 以下の濃度に限定されるようである。(3) ヒノキチオールソーダは水に僅かに溶解するが，アスナロンやヒノキチオー

ルは水に難溶性であり，使用の場合にはプロピレングリコールや他の乳化剤に溶解してから使用しなければならない欠点があるので使用方法についても色々と制限が生じる。

以上述べたように，ヒノキチオール系統の薬剤を防腐剤として使用する場合には多くの利害得失があるが，ヒノキチオール系統のものは天然物であつてしかもその毒性が小さいこと，その防腐効果が普遍的で確実であること，魚体の色彩を鮮明ならしめるというような極めて多くの優れた特質を持つておるので，今後研究の如何によつては鮮魚及び塩蔵魚等の有効な防腐剤となり得るものと期待される。

## 摘　　要

（1） ヒノキチオール，ヒノキチオールソーダ及びアスナロンの鮮魚及び塩蔵魚に対する防腐効果を研究した。

（2） ヒノキチオール及びヒノキチオールソーダ，アスナロン等は共に鮮魚及び塩蔵魚に対して防腐作用を示し，その効果はオーレオマイシン，クロロマイセチン等に比較すれば劣るが，0.01% 乃至 0.02% 程度の溶液中に数時間浸漬することによつて無処理の場合に比較して 2 乃至 3 倍程度の保蔵期間の延長が認められる。

（3） ヒノキチオール系統の防腐剤を使用する場合には魚体特に銀白色の体表色彩を極めて鮮明にする効果がある。

（4） ヒノキチオールソーダはペプシン及び魚肉の自己消化酵素の蛋白分解作用を阻害する。

（5） 渋味及び臭気の関係でアスナロンは使用出来ないがヒノキチオールソーダ，及びヒノキチオール等は 0.01 乃至 0.02% 程度の溶液ならば充分使用することが出来る。

## 参 考 文 献

1) 岡崎寛蔵・本間昭子： 薬学雑誌，**74** (2)，174～176，(1954).
2) 川村実平： 林業試験場報告，**30**，59～89，(1930).
3) 例えば桂重鴻： ***Medical Time***，**111** (10)，29～34，(1948).
4) 李 淑 玉： 新潟医学会雑誌，**65** (8)，566～572 (1951).
5) 鈴木勝外 4 名： アスナロンに関する文献集(抄)第 1 集，小川産業株式会社発行.

# 魚類血液の生化学的研究—XIII.

## 血清中のリポ蛋白質と糖蛋白質の電気泳動的特性*

斎藤要
(鹿児島大学水産学部)

# Biochemical Studies on the Fish Blood—XIII.

## On the Electrophoretic Specificity of Serum Lipoprotein and Glucoprotein

Kaname Saitō

Serum protein was isolated from a few fishes by the paper electrophoresis. The protein contained glucoprotein as well as lipoprotein, which were detected by the periodic acid Schiff reaction and sudan black-B reaction, respectively. The electrophoretic patterns obtained indicate that, not to mention the contrast between fish and other animals, the relative mobility of serum protein is possible to greatly differ even within the realm of fish as it is the case between elasmobranchs and teleosts.

The lipoprotein- and glucoprotein-reactions were positively found in the case of serum protein of teleosts such as carp, gray mullet or red snapper in an albuminlike fraction (component F or 1) judged as such from its large relative mobility, while albumin fraction of human serum or rabbit serum, both used as contrast, showed only negative ones. With elasmobranchs like shark and ray, on the other hand, these reactions were particularly distinct rather in a fraction of lower mobility (component 4) as compared with the faster fraction (component 2).

These results might allow to assume that such animals having marked difference in taxological status are generally attached also by a profound difference in protein composition without connection to the apparent similarity their serum protein shows in electrophoretic mobility.

著者は前報で硬骨魚と軟骨魚とでは血清蛋白質の電気泳動的性質にかなり差異のあることを報告した[1,2]。ところで単に血清蛋白質と称しても人間等ではそのなかにリポ蛋白質とか糖蛋白質の如き複合蛋白質の混在することが明らかにされているから[3,4,5,6]，前述の種属特異性を更に究明するには引続いて血清複合蛋白質に関する検討も必要と思われる。しかるに魚類の該蛋白質に関する研究としては僅に Drilhon[7] がコイとウナギのリポ蛋白質について検討した報告を知る程度である。そこで著者は沪紙電気泳動法の長所，即ち Tiselius 法では実施不可能な複合蛋白質の分析をも同時に行えることを利用し，海産魚を主とした数種の軟骨魚と硬骨魚について血清中のリポ蛋白質のみならず新たに糖蛋白質をも各々 sudan black B (SBB と略す) 反応と periodic acid Schiff (PAS と略す) 反応にて検出したところ，対照動物 (人間，家兎) と魚類間は勿論魚類中でも軟骨魚と硬骨魚とでは両蛋白質の泳動的性質がかなり異なるという結果を得たので報告する。

## 実験の部

**実験材料**: 実験に供した魚種と各々の平均体重を示すと次の如くである。コイ *Cyprinus carpio* Linné, (650 g), ボラ *Mugil cephalus* Linné (530 g), マダイ *Chrysophys major* T. et S. (790 g), シロザメ *Mustelus griseus* Pietschmann (1.25 kg), ツマジロ *Carcharhinus albimarginatus* Rüppell (13.87 kg), オオセ *Orectolobus japonicus* Regan (21.74 kg), アカエイ *Dasyatis akajei* M. et H. (980 g), ほかに人間及び家兎を対照動物として用いた。供試海産魚は 1956 年 12 月から 1957 年 3 月までの間に鹿児島湾及びその近海で採集したもので，当時の水温は表層で 16～19°C, 100 米層で 13～14°C を示した。

1958 年 7 月 21 日受理
* 1958 年 4 月，日本水産学会年次大会で発表。

コイは本学部養魚池より同時期に求めたもので当時の水温は 9～13°C であつた。なお実験材料からの血清分離法は Ⅷ報[1] と同様である。

**泳動装置及び泳動条件**: これらは Ⅸ 報[2] とは全く同様であるが本実験では血清の蛋白質量を同報の場合の約2倍 (0.5～0.6 mg/cm) にして泳動した。これは単位蛋白質量に対する SBB 反応と PAS 反応の呈色度 (吸光度) が amidoschwarz-10B (AS 10-B) 反応の場合より小さいためである。

**リポ蛋白質と糖蛋白質の検出法**: これらは各々 FELDMAN 法[8] (SBB 反応) と HOTCHKISS-Mc MANUS 法[8] (PAS 反応) に準じて行つたが，両法共に元来細胞化学の分野で組織を対象とした方式であるから本実験では種々検討のうえ沪紙に吸着した両蛋白質の検出に適するように反応時間とか使用薬品の一部を改変して実施した。その大要は次記の如くである。

SBB 反応。 泳動後の乾燥沪紙を 55% アルコール液に 5 分間入れた後 SBB 試薬を 20 分間反応させ，先ず同アルコール液で次に蒸溜水で洗滌し乾燥後パラフインに封入した。

PAS 反応。 泳動後の乾燥沪紙を過ヨード酸液に 5 分間入れた後蒸溜水で洗滌し次に SCHIFF 試薬を 20 分間反応させ亜硫酸水で洗滌し乾燥後パラフインに封入した。なお HOTCHKISS の原法では過ヨード酸液で処理後ヨードカリとチオ硫酸塩を含む還元剤で洗滌しているが本実験ではその必要が認められなかつたので省略した。

## 実験結果及び考察

**供試血清蛋白質の各区分の濃度比と相対易動度**: 所定条件下で泳動し，常法[2] (AS-10B 染色) により求めた各血清蛋白質の分析値を Table 1 に示した。これらの分析値より供試した硬骨魚類，軟骨魚類及び対照動物の三者間では血清蛋白質の泳動的性質にかなり差異のあることが認められるが，この点については前報[1,2] で詳細に報告しているから省略する。なお Table 中の区分 F は人血清の albumin より易動度の大

**Table 1.** Paper electrophoretic analyses of serum proteins of various fishes

| Species | No. of serum examined | Total protein (g./dl.) | Component | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | F. or 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| Teleost | | | | | | | |
| *Cyprinus carpio* | 9 | 4.8 | 43.4<br>95.7 | 10.5<br>70.8 | 27.1<br>53.2 | 10.3<br>38.8 | 8.7<br>27.1 |
| *Mugil cephalus* | 8 | 5.3 | 41.8<br>106.2 | 7.2<br>93.7 | 33.3<br>78.9 | 9.4<br>56.3 | 8.3<br>31.2 |
| *Chrysophys major* | 6 | 5.7 | 28.2<br>111.6 | 26.4<br>94.7 | 28.2<br>80.3 | 10.6<br>54.7 | 6.6<br>32.1 |
| Elasmobranch | | | | | | | |
| *Mustelus griseus* | 8 | 3.7 | | 35.6<br>86.2 | 19.7<br>51.7 | 32.9<br>32.2 | 11.8<br>9.9 |
| *Carcharhinus albimarginatus* | 6 | 3.8 | | 34.1<br>84.6 | 24.5<br>48.7 | 30.9<br>34.5 | 11.5<br>11.1 |
| *Orectolobus japonicus* | 4 | 3.5 | | 37.7<br>89.5 | 18.3<br>54.2 | 29.2<br>37.6 | 14.8<br>12.4 |
| *Dasyatis akajei* | 6 | 3.3 | | 25.9<br>91.5 | 22.2<br>64.6 | 32.9<br>31.4 | 19.0<br>12.7 |
| | | | Alb. | $\alpha_1$- | $\alpha_2$- | $\beta$- | $\gamma$-Glob. |
| Control (Human) | 8 | 7.8 | 53.6<br>100.0 | 4.6<br>83.6 | 6.2<br>68.7 | 13.9<br>49.1 | 21.7<br>18.7 |
| Control (Rabbit) | 6 | 6.9 | 52.1<br>102.7 | 4.7<br>79.2 | 7.6<br>70.4 | 16.3<br>51.8 | 19.3<br>21.5 |

For each component, the value for the first reading is given in per cent of total protein; for the second reading in relative mobility. The relative mobility are expressed as 100 in the case of human serum albumin. Veronal buffer solution, pH 8.9, $\mu$ 0.1; intensity of current, 0.32mA./cm.; temp., 7～10°C; duration of electrophoresis, 20 hrs.

きい成分であるが通常区分1と共にalbumin区分に入れている[9]。又軟骨魚類の血清では多く原点附近に微小区分が認められたが，その濃度比は測定誤差（±2%）内に入ることが多いため本 Table では省略した。

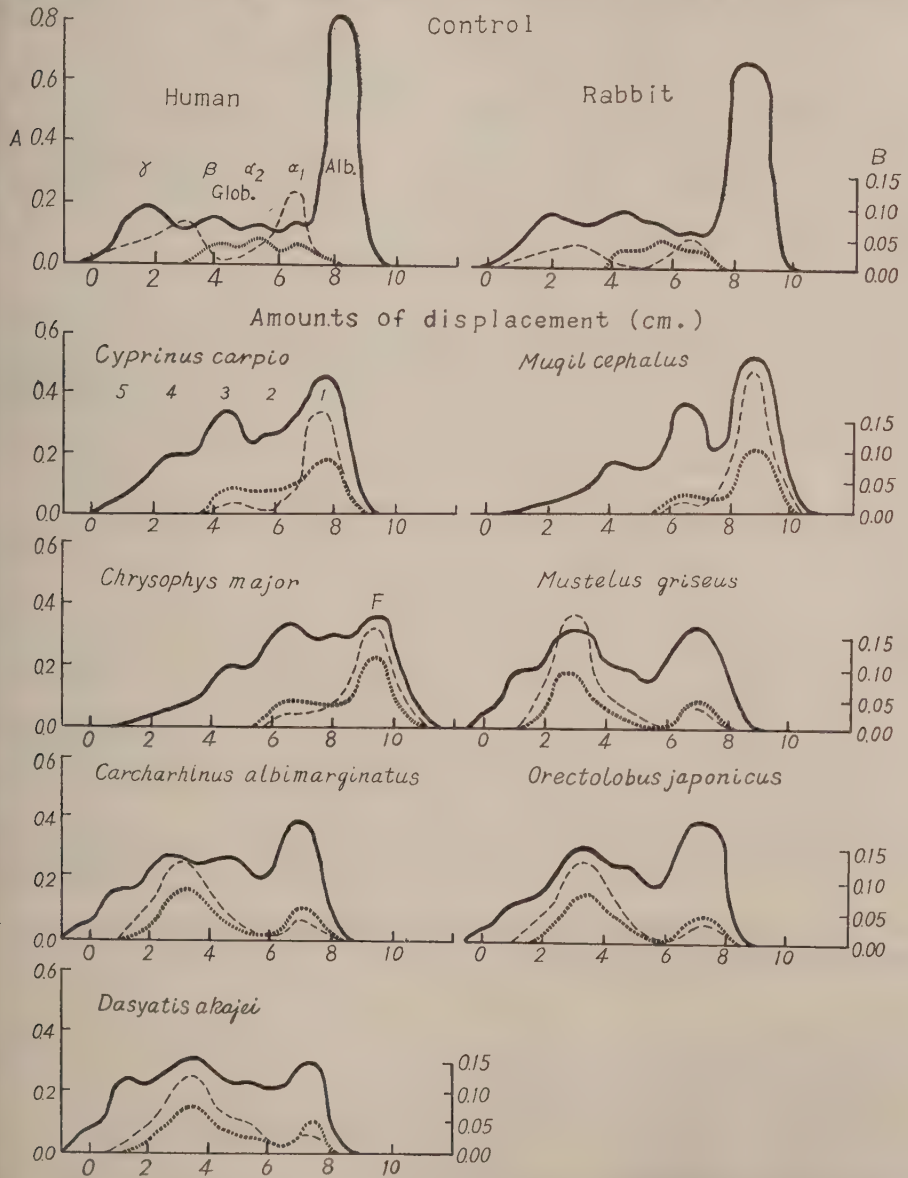



**Fig. 1.** Paper electrophoretic diagrams of serum lipoprotein and glucoprotein of various fishes

– – – – Lipoprotein (Sudan black B reaction).

····· Glucoprotein (Periodic acid SCHIFF reaction).

——— Serum protein (Amidoshwarz-10B reaction).

A; $-\log T$ obtained from the paper stained with sudan black B and Amidoshwarz-10B reagent.

B; $-\log T$ obtained from the paper stained with periodic acid SCHIFF reagent.

**血清リポ蛋白質と糖蛋白質の泳動曲線**: 前述の条件で求めた供試血清の両蛋白質の泳動曲線を常法[2]（AS-10B 染色）で求めた血清全蛋白質の泳動曲線と共に Fig. 1 に示した。

これらのリポ蛋白質と糖蛋白質の泳動曲線より各々の相対易動度を知り得るか，正確な濃度比を求めるには尚検討すべき問題があると考えられるので，濃度については定性的に論ずることにした。図によるとコイ，ボラ及びマダイの如き硬骨魚の血清蛋白質ではリポ蛋白質と糖蛋白質の反応が易動度の最も高い区分F或いは区分1に顕著で，これに区分2及び3にも認められる。これらに対しヨロザメ，ツマジロ，すすき及びアカエイの如き軟骨魚では易動度の最も高い区分2よりも区分4附近に両反応が顕著であって，特にこの区分のリポ蛋白質の呈色度に著しい差がみられる。次に対照とした人間及び家兎の血清では糖蛋白質の反応は $\alpha_2$-, $\alpha_1$-, $\beta$-globulin 区分にリポ蛋白質の反応は $\alpha_1$-, $\beta$- と $\gamma$ 間及び $\gamma$-globulin 区分の順に強く認められたが易動度の最も高い albumin 区分には両反応が始んど認められなかった*。なお人間の血清では家兎の場合より前記各区分のリポ蛋白質の反応が強く認められた。

以上の結果から魚類でも哺乳類と同じく血清蛋白質中にリポ蛋白質と糖蛋白質の存在することは明らかであるが，相対易動度からみた両蛋白質の性質にはかなりの種属的差異があるものと解される。又前報[1,2]で述べた血清全蛋白質の泳動的性質と本報で述べた血清複合蛋白質の泳動結果とを関連づけて検討すると魚類の血清蛋白質組成にみられる特異性がより良く理解されると共に分類学上の位置をかなり異なる動物間でも例えば酷似した相対移動度を示す血清蛋白質区分でも，リポ蛋白質と糖蛋白質の反応からみた相方の組成が著しく異なる場合のあることが諒解される。従って相対易動度のみで異種動物間の血清蛋白質を区分して，その同定を云々することは危険であると推論される。

血清リポ蛋白質と糖蛋白質の生理的機能の重要性については最近人間を対象として明らかにされつつあるが[10]，両蛋白質の泳動的性質に前述の如き種属特異性の認められることは比較生化学的な立場からも極めて興味深い現象である。

## 要　　約

所定条件の沪紙電気泳動法により区分した魚類の血清蛋白質について，PAS 反応にて糖蛋白質又 SBB 反応にてリポ蛋白質を検出したところ，対照動物（人間及び家兎）と魚類間は勿論，魚類中でも軟骨魚と硬骨魚とでは両蛋白質の泳動的性質，特に相対易動度にかなり差異のあることを明らかにした。

1. 対照動物の血清蛋白質では相対易動度の最も高い albumin 区分にリポ蛋白質と糖蛋白質の反応が始んど認められないのに対し，コイ，ボラ及びマダイの如き硬骨魚類では相対易動度からみれば albumin に相当する区分F或いは区分1に両反応が顕著に認められた。一方ヨロザメとかエイの如き軟骨魚類の血清蛋白質では相対易動度の最も高い区分2よりも低易動度の区分4附近に両反応が顕著であった。

2. 以上の結果から分類学上の位置がかなり異なる動物間では，例え酷似した相対易動度を示す血清蛋白質区分でも，リポ蛋白質と糖蛋白質の反応からみた相方の組成が著しく異なる場合のあることが諒解される。

終りに本研究を行うに当り御指導を賜わった本学高田幸二教授に深謝する。又本研究費の一部は文部省科学研究費の支出に仰いだ。記して謝意を表する。

## 文　　献

1) 斎藤　要: 日水会誌, **22**, 752～759 (1957).
2) 斎藤　要: 日水会誌, **22**, 760～767 (1957).
3) M. A. MACHEBVEUF: *Compt. rend.*, **188**, 109～111 (1929).
4) G. BLIX, A. TISELIUS and H. SVENSSON: *J. Biol. Chem.*, **137**, 485～494 (1941).
5) L. F. HEWITT: *Biochem. J.*, **33**, 1496～1505 (1939).
6) C. RIMINGTON: *Biochem. J.*, **34**, 931～940 (1940).
7) A. DRILHON: *Compt. rend.*, **238**, 940～942 (1954).
8) 市川　収: "細胞化学", 本田書店, 東京, (1953), pp. 124, 177.
9) H. F. DEUTSCH and M. B. GOODLOE: *J. Biol. Chem.*, **161**, 1～20 (1945).
10) 赤堀四郎・永島三一郎編: "蛋白質化学", 3巻, 共立出版, 東京, (1955), pp. 154, 244.

* 人血清では泳動条件によっては albumin と $\alpha_1$ globulin との分離不十分となる。この場合 albumin 区分が両反応を呈することがあるから注意を要する。

# Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat (*Paralithodes camtschatica Til.*) I. The Difference in the Chemical Composition of Normal and Browned Canned Crab Meat

Yoshio Nagasawa
(*Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

The color of normal commercial canned crab meat is generally white, but in the canned crab prepared in land factories in Hokkaido it is occasionally observed that the part of white meat has become brown in color. Because of this so-called "browning" phenomenon in canned crab meat, the merchandise value is greatly reduced. This phenomenon is a problem in the production of canned crab.

Occasionally, hydrogen sulfide which is formed during the heating of raw material causes the discoloration of canned foods. But in canned crab the browning is not considered to be due to the hydrogen sulfide because the crab meat is prevented from direct contact with the inner side of the container by a parchment paper or the coated enamel. Also the browning of the canned crab meat will certainly not be concerned with enzymatic reaction either because the canned foods are processed at comparatively high temperatures.

Since Maillard[1] has pointed out that the phenomenon of browning is due to a condensation reaction between the aldehyde group of reducing sugar and the amino group of amino acid or protein, the browning of many foods has been explained by this reaction. Recently Tarr[2a] observed that Maillard's reaction was also seen in the browning of cod meat during heating.

Here the difference in chemical components between normal canned crab and browned canned crab, especially in components which take part in Maillasd's reaction ($NH_2$-radical and aldehyde radical), was investigated.

Before going further the author wishes to express his profound thanks to Prof. Eiichi Tanikawa and Assist. Prof. Minoru Akiba for their helpful suggestions, discussion and interest in this work. This work was supported by a grant in aid for developmental scientific research from the Ministry of Education to which the author offers his hearty thanks.

## Experiments

### 1. Sample and experimental method

As samples, two cans each of browned and normal cans taken from the supply of

*Received July 28, 1958*

canned crab meat at the export inspection office were used. This supply of cans had been processed at Wakkanai in the autumn of 1956 and stored for 6 months. The samples were divided into two groups which contained one browned can and one normal can.

In the cans of group I, meat and juice were separately analysed, and in the cans of group II, meat and juice were homogenized and analysed together. The analysis was carried out concerning to the following items.

(i) Water-content (by drying method). (ii) pH (by glass electrode). (iii) Volatile basic nitrogen (by CONWAY's method[3]). (iv) Total nitrogen (by micro-KJELDAHL's method). (v) Amino nitrogen (by POPE-STEVENS' method[4]). (vi) Protein-nitrogen (by STUZER's method). (vii) Color reflection ratio (by SHIMAZU A.K.A. photo electric colorimeter using a red filter, $L_3$). (viii) Formaldehyde (by GAILLOT's method[5]). (ix) Distribution of nitrogen (by VAN SLYKE's method). (x) Kinds of free amino acids (by paper chromatography[6][7][8]). (xi) Reducing sugar (by SOMOGYI's method[9]). (xii) Detection of free sugar in the juice (by paper choromatography[7][10][11][12]).

## 2. Experimental results

As to the contents of the cans, there are remarkable differences between browned cans and normal cans. The meat of normal cans was more elastic than that of browned cans. The former was pure white, but the latter was brown. The color reflection ratio for the normal can of group I was 26.5 whereas in group II the normal can showed a ratio of 25.0. On the other hand, the browned can in group I was 19.5 and in group II the ratio was 19.0. It was also interesting that the browned canned crab meat has a caramel smell and generated fluorescence when the meat was subjected to the ultraviolet rays.

The results determined by various chemical compositions in those samples are shown in Table 1. As seen in Table 1, the amount of water content, the volatile basic nitrogen and pH of the browned canned crab were larger than those of the normal canned crab. There was no remarkable difference in the amount of total nitrogen between the two materials. It is remarkable that the amount of protein-nitrogen in the browned can was less than that in the normal can, and the amount of free amino acid was vice versa. As to the amount of free reducing-sugar, the amount in the browned can was larger than that in the normal can in the flesh, but the juice was less in the browned can and more in the normal can. It was noticeable that the amounts of free amino-nitrogen and free reducing sugars in the browned can were larger than those of the normal can.

According to the results detected by paper chromatography, amino acids such as glycine, serine, ornithine, tyrosine, alanine, histidine and arginine were found in the normal can, but, asparatic acid was not found. However, in the browned cans, a slight touch of arginine, histidine, and alanine was found, but an unknown spot of which Rf

**Table 1.** Differences in the chemical components between the browned canned crab and the normal can.

| Items \ Sample | | Group I | | Group II | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Normal canned crab | Browned canned crab | Normal canned crab | Browned canned crab |
| | | meat | | contents | |
| Water content (%) | | 78.9 | 82.3 | 79.3 | 79.5 |
| pH | | 5.8 | 6.3 | 6.0 | 6.2 |
| V.B.-N (mg%) | | 22.0 | 37.4 | 27.2 | 39.6 |
| Total-N (%) | | 3.04 | 3.19 | 2.92 | 3.07 |
| Protein-N (%) | | 1.60 | 0.94 | 1.60 | 1.50 |
| Amino-N (mg%) | | 149 | 208 | 105 | 128 |
| Reducing sugar (mg%) | in meat | 18.5 | 33.9 | 35.6 | 33.7 |
| | in juice | 43.3 | 14.8 | | |
| Formaldehyde (mg%) | | 28.9 | 9.9 | — | — |

**Table 2.** Difference of nitrogen distribution between the browned canned crab and the normal can.

| Fraction \ Sample | Group I | | | | Group II | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Normal can (meat) | | Browned can (meat) | | Normal can (contens) | | Browned can (contents) | |
| | in sample (mg%) | in total-N (%) | in sample (mg%) | in total-N (%) | in sample (mg%) | in total-N (%) | in sample (mg%) | in total-N (%) |
| Total-N | 84.74 | 100 | 118.10 | 100 | 52.64 | 100 | 59.21 | 100 |
| 20% $H_2SO_4$ insoluble-N | 12.03 | 14.20 | 29.00 | 24.50 | 7.64 | 14.50 | 18.31 | 30.90 |
| 20% $H_2SO_4$ soluble-N | 72.71 | 85.80 | 89.10 | 75.50 | 45.00 | 85.50 | 40.90 | 69.10 |
| Amide-N | 0.42 | 0.50 | 1.43 | 1.31 | 0.54 | 1.03 | 1.20 | 2.14 |
| Humine-N | 2.13 | 2.51 | 3.51 | 2.97 | 2.10 | 3.99 | 3.65 | 6.17 |
| Total-N in form of bases | 8.96 | 10.60 | 8.40 | 7.11 | 5.89 | 11.20 | 4.49 | 7.59 |
| Amino-N in form of bases | 3.30 | 3.89 | 2.35 | 1.99 | 3.09 | 5.87 | 2.48 | 4.19 |
| Arginine-N | 6.14 | 7.31 | 3.90 | 3.30 | 3.28 | 6.24 | 1.95 | 3.39 |
| Histidine-N | 1.58 | 1.86 | 3.13 | 2.65 | 0.51 | 0.97 | 0.83 | 1.40 |
| Lysine-N | 0.51 | 0.60 | 0.82 | 0.69 | 0.07 | 0.13 | 0.43 | 0.73 |
| Cystine-N | 0.73 | 0.86 | 0.55 | 0.47 | 2.02 | 3.84 | 1.28 | 2.16 |
| Total-N in form of monoamino-fraction | 61.20 | 72.3 | 75.75 | 64.10 | 36.50 | 69.4 | 31.60 | 53.40 |
| Amino-N in form of m.a.-fraction | 27.90 | 32.9 | 23.69 | 20.10 | 25.10 | 47.7 | 11.20 | 18.90 |
| Non-amino-N in form of m.a.-fraction | 33.30 | 39.4 | 52.06 | 44.00 | 11.40 | 21.7 | 20.40 | 34.50 |

was near 0.85 was clearly observed.

When the nitrogen distribution in hydrolysates of each sample of both groups was estimated, the results obtained are shown in Table 2. As seen in Table 2, the amount of 20% $H_2SO_4$-insoluble nitrogen in the browned can was larger than that in the normal can, therefore the total amount of basic nitrogen and mono-amino nitrogen was generally less than those of the normal can.

Further, the amounts of various kinds of reducing sugars isolated from the juice in each can of group I were estimated, and the results obtained are shown in Table 3.

**Table 3.** Differences of the components of free reducing sugars in the juice between the browned canned crab and the normal can.

| Sample / Kind of free sugars | Group I | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Normal canned crab | | | Browned canned crab | | |
| | Detection | The amounts of free sugars | | Detection | The amounts of free sugars | |
| | | in the juice (mg%) | in total sugar (%) | | in the juice (mg%) | in total sugar (%) |
| Galactose | ++ | 1.25 | 9.26 | ++ | 2.25 | 14.5 |
| Glucose | ++ | 2.38 | 17.6 | +− | 2.03 | 13.1 |
| Arabinose | + | 2.65 | 19.6 | ++ | 3.00 | 19.4 |
| Ribose | ++ | 3.25 | 24.1 | +− | 2.60 | 16.8 |
| Rhamnose | + | 2.70 | 20.0 | + | 3.05 | 19.7 |
| Lactose | ++ | − | − | + | − | − |
| Sum | | 12.23 | 90.6 | | 12.93 | 83.5 |
| Total amount of free sugar | | 13.50 | 100 | | 15.5 | 100 |

As seen in Table 3, 83 to 91% of the total amount of the free sugars consisted of galactose, glucose, arabinose, ribose, and rhamnose. The amounts of glucose and ribose were less than those in the normal can.

## Discussion

In the above experimental results, it is noticeable that (1) the amounts of free amino nitrogen and free reducing sugars in the browned canned crab meat were comparatively larger than those in the normal can, and those amounts were opposite in the juice, (2) there was a small amount of reducing substances, such as formaldehyde, in the browned canned crab meat, (3) the amount of arginine in free amino acid of the meat of the browned canned crab was less than that of the normal can, (4) the amounts of glucose and ribose in the juice of browned canned crab were less than those of the normal can, (5) browned canned crab had a caramel smell and showed fluorescence. As a cause for the browning phenomenon of the canned crab, when the

aminocarbonyl reaction between the amino- and aldehyde-radicals is considered, in the means described as follow, it may be considered that facts found in numbers 3, 4, and 5 will suggest the occurrence of MAILLARD's reaction in canned crab, but the fact noted in 1 seems apparently to conflict with the reaction.

TARR[2b] has found that the browned fish meat caused by heating has less amount of ribose than that of the meat before heating. It was found that in heating the amount of amino acid decreased with the proceeding of MAILLARD's reaction[13]. Therefore it is considered certain that the amounts of free amino acids and reducing sugars in the browned canned crab were less than those of the normal can both of which were processed under the same conditions.

However, the author considered that from fact (1) which indicated the amount of free amino nitrogen and free reducing sugars were rich in the browned canned meat suggests a promotion in the reaction under a mild condition[14]. Consequently in fact (1) it may show that the raw material which has become browned canned crab meat has a rich amount of the two kinds of components already before heating. Then why are the amounts of the two components abundant in the raw material which will become browned canned crab?

This may be due to the freshness of the raw material. This point will be investigated in a later part of these studies.

Fact (2) will not necessarily suggest that the loss of the amount of reducing substances results from the amino-carbonyl reaction which is considered to be a cause for the browning. In the present stage of the research concerning this reaction, it has not been ascertained yet whether aldehyde radical in free formaldehyde may combine with amino radical in free amino acids or not.

From facts (3) and (4), it may be suggested that the amino radical in arginine in free amino acids may combine with aldehyde radicals in glucose and ribose. Tarr[2c] has suggested that the browning of cod meat during the heating may occur due to the reaction between aldehyde radicals in the sugar components and amino radical, considering that ribose may be generated from desoxy-ribonucleic acid by ribonuclease and that glucose formation may occur from glycogen.

As a source of amino radical in the amino-carbonyl reaction, the free amino acids were taken into consideration in this experiment. Besides that component, terminal $NH_2$-radical in protein must be considered. This will be investigated in a later part.

## References


1) MAILLARD, C. C.: *Compt. rend.*, 154, 66 (1912).
2a) TARR, H. L. A.: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **8**, 74 (1950).
2b) ———: *Nature*, **171**, 344 (1953).
2c) ———: *Food Tech.*, **8** (1), 15 (1954).
3) CONWAY, E. J.: Translated by ISHIZAKA, O. *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error*, 75 p. (1952) (Nankodo Co., Ltd. Tokyo).

4) Pope, C. G. & Stevens, M. F.: *Biochem J.* **33**, 1076 (1939).
5) Thorpe, J. F. & Whiteley, M. A.: *A Student's Manual of Organic Chemical Analysis*, 192 p. (1926) (Longmans, Green Co., Ltd. New York).
6) Neuberg, C. & Kerb, J.: *Z. Biochem.*, **40**, 498 (1912).
7) Fujii, K. & Ukita, M.: "*Hakko-Kogaku*" (Fermentation Engineering), **32** (10), 348 (1954).
8) Umetsu, M.: *ibid.*, **32** (7), 267 (1954); **33** (8), 349 (1955).
9) Souda, T. & Egami, F.: "*Tatorui-Kagaku*" (The Chemistry of Polysaccharides), 54 p. (1956) (Kyoritsu Shuppansha Co., Ltd. Tokyo).
10) Hawthrone, J. R.: *Nature*, **160**, 714 (1947).
11) Dimler, R. G. *et al.*: *Anal. Chem.*, **24**, 1411 (1952).
12) Somogyi, M.: *J. Biol. Chem.*, **160**, 61 (1945); **195**, 19 (1952).
13) Patton, A. R.: *Science*, **107**, 623 (1948); **108**, 659 (1948).
14) Adachi. T.: *J. Agr. Chem. Soc. Japan.*, **30** (7), 372 (1956).

# 市販魚介類の鮮度について（夏の鮮度）

佐 藤 良 裕
（宮城県衛生研究所）
岩松礼三・高橋道太郎
（仙台市保健所）

# Examination on the Freshness of Marketing Fish in Summer in Sendai

Yoshihiro Sato
Reizo Iwamatsu and Michitaro Takahashi

The volatile basic- and amine-N of the fish sold at the store in Sendai, August 1957, were determined by Conway's microdiffusion method and the results obtained were summarized in Table 1. Comparing the values with those in fish of May and June 1957, the quality of marketing fish was better in summer (26～35°C) than in spring (18～25°C) (Table 1～3). This fact will be caused by the rapid transportation from the fishing ground to the fish store and the proper treatment of fish with ice in August.

It was found that the percentage of fish of the poor quality was small in the well equipped store (Table 5) and that comparing the bottom fish with the surface fish, the former always had the high value of the volatile amine-N in comparing with the volatile basic-N (Table 1, 6).

魚介類の鮮度の低下についての実験研究は多いが，市販魚介類の店舗における鮮度の実状についてはまとまつた研究がないので，公衆衛生に資する目的で調査を行つた。仙台市内の店舗 55 より **Table 1** にみられる魚種を集めて調査した。昭和 32 年 8 月 9 日から 30 日までの間に行い，気温は 26～35°C で，此の年の最高気温の頃であつた。同年 5，6 月（18～25°C）に春の部として調査した結果*[1] 並びに昭和 28，9 年に水揚港で行つた結果[2] とも比較した。

## 実 験 方 法

揮発性塩基窒素（V. B-N），揮発性アミン窒素（V. A-N）を E. J. Conway の微量ガス拡散分析法[3]に従つて測定した。小型魚，切身以外は背側の胸鰭上部の肉 2g（イカは外套膜下端）を乳鉢で磨砕し，16cc の蒸溜水と 2cc の 20% 三塩化酢酸を加えて除蛋白ろ液について定量した。

## 結果並びに考察

上記の方法で得られた値は **Table 1** に示した（mg%）。**Table 1** は V. B-N 量の少いものから順次に並べ，同一検体の V. A-N 量は対応欄に示した。各魚種共にその時期の母集団は 1 位の値から 10 位の値の間に **median**[4] 値を持ち，信頼度は 95%（但し 8 月のイワシの場合は 1 位と 7 位の間で信頼度は 80%）である。又 5，6 月の平均値と比較して有意の差を検定して右端の欄に示した。検定は Kruskai, Wallis の **nonparametric** な H 検定法[4]を採用した。各魚種の季節による鮮度をまとめると **Table 2** の如くである。

1958 年 7 月 28 日受理
* 昭和 32 年 10 月日本水産学会函館大会で発表。

**Table 1.** Volatile basic- and amine-N of marketing fish in Sendai

| Species | | Rank in V.B.N. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Mean | Significancy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Thunnus orientalis | V.B.N | August | 9.5 | 10.8 | 11.4 | 11.4 | 13.4 | 13.7 | 14.0 | 14.2 | 14.8 | 19.8 | 13.3 | significant |
| | | May, June | 15.1 | 16.0 | 16.3 | 16.7 | 17.0 | 19.2 | 20.8 | 21.0 | 21.0 | 30.7 | 19.4 | $\alpha$: 0.05 |
| | | Landing fish | $9.50 < \text{Median} < 18.48$ $(1-\alpha$: 0.50) | | | | | | | | | | | |
| | V.A-N | August | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0.2 | 0 | 0.8 | 0.2 | significant |
| | | May, June | 0 | 0.2 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 1.4 | 1.4 | 5.9 | 1.3 | $\alpha$: 0.05 |
| | | Landing fish | Median = 0 $(1-\alpha$: 0.50) | | | | | | | | | | | |
| Katsuonus vagans | V.B-N | August | 13.9 | 14.1 | 14.6 | 14.8 | 15.4 | 16.3 | 17.4 | 20.5 | 24.5 | 24.9 | 17.6 | significant |
| | | May, June | 19.2 | 20.3 | 22.1 | 22.4 | 22.4 | 23.1 | 24.2 | 24.4 | 25.8 | 27.3 | 23.1 | $\alpha$: 0.05 |
| | | Landing fish | $15.68 < \text{Median} < 24.92$ $(1-\alpha$: 0.50) | | | | | | | | | | | |
| | V.A-N | August | 1.1 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.5 | 0.6 | no significant |
| | | May, June | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.3 | $\alpha$: 0.20 |
| | | Landing fish | Median = 0 $(1-\alpha$: 0.50) | | | | | | | | | | | |
| Sardinia meranosticta S. dussumieridae | V.B-N | August | 10.6 | 11.8 | 12.5 | 13.3 | 13.9 | 14.8 | 18.1 | | | | 13.6 | significant |
| | | May, June | 13.6 | 15.6 | 17.9 | 18.8 | 19.4 | 20.3 | 21.9 | 28.5 | 44.3 | 48.5 | 24.9 | $\alpha$: 0.05 |
| | | Landing fish | $15.40 < \text{Median} < 19.00$ $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| | V.A-N | August | 1.7 | 0.8 | 1.7 | 0.6 | 1.7 | 0.8 | 0.6 | | | | 1.1 | high significant |
| | | May, June | 0.5 | 1.8 | 2.0 | 3.2 | 2.9 | 3.6 | 4.1 | 8.8 | 14.2 | 20.8 | 6.2 | $\alpha$: 0.01 |
| | | Landing fish | Median = 0 $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| Scomber japonicus | V.B-N | August | 15.0 | 15.6 | 16.7 | 17.3 | 17.9 | 17.9 | 18.6 | 19.0 | 20.5 | 21.7 | 18.0 | significant |
| | | May, June | 13.1 | 14.2 | 14.9 | 14.9 | 15.1 | 15.6 | 16.0 | 16.5 | 17.2 | 18.8 | 15.6 | $\alpha$: 0.05 |
| | | Landing fish | $17.36 < \text{Median} < 20.70$ $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| | V.A-N | August | 0.6 | 0 | 0.8 | 0.6 | 0 | 1.3 | 0.4 | 1.1 | 0.4 | 1.9 | 0.7 | high significant |
| | | May, June | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\alpha$: 0.01 |
| | | Landing fish | Median = 0 $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| Trachurus japonicus | V.B-N | August | 9.9 | 10.6 | 11.4 | 11.8 | 13.1 | 13.1 | 14.8 | 16.5 | 16.7 | 17.1 | 13.5 | no significant |
| | | May, June | 9.7 | 10.6 | 10.8 | 12.0 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 13.1 | 13.3 | 11.8 | $\alpha$: 0.20 |
| | | Landing fish | $11.20 < \text{Median} < 17.08$ $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| | V.A-N | August | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0 | 0.4 | 0 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | high significant |
| | | May, June | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.1 | $\alpha$: 0.01 |
| | | Landing fish | Median = 0 $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| Limanda angu., Microstoma kit., Pleuronichthys co. | V.B-N | August | 8.7 | 11.0 | 11.2 | 11.4 | 11.6 | 12.9 | 14.1 | 15.2 | 16.0 | 25.3 | 13.7 | no significant |
| | | May, June | 8.1 | 9.5 | 9.5 | 9.7 | 9.7 | 10.4 | 12.0 | 12.0 | 17.4 | 24.0 | 12.2 | $\alpha$: 0.10 |
| | | Landing fish | $6.20 < \text{Median} < 12.30$ $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| | V.A-N | August | 0.6 | 0.2 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 4.2 | 2.7 | 11.8 | 2.0 | no significant |
| | | May, June | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 3.4 | 12.0 | 1.6 | $\alpha$: 0.20 |
| | | Landing fish | $0.00 < \text{Median} < 0.6$ $(1-\alpha$: 0.95) | | | | | | | | | | | |
| Squid ommastrephes | V.B-N | August | 11.9 | 14.4 | 16.3 | 16.7 | 17.9 | 19.2 | 21.3 | 21.3 | 29.8 | 34.2 | 20.3 | no significant |
| | | May, June | 9.0 | 13.3 | 14.5 | 20.3 | 23.3 | 28.0 | 30.7 | 33.4 | 42.0 | 70.5 | 28.5 | $\alpha$: 0.20 |
| | V.A-N | August | 1.5 | 2.1 | 1.3 | 0.4 | 1.3 | 1.7 | 1.9 | 2.5 | 5.9 | 5.7 | 2.4 | no significant |
| | | May, June | 0 | 0 | 0.2 | 1.4 | 3.2 | 7.9 | 8.8 | 9.3 | 13.3 | 32.5 | 7.7 | $\alpha$: 0.20 |
| Whale (raw flesh) | V.B-N | August | 7.2 | 7.8 | 8.9 | 9.0 | 10.1 | 10.1 | 10.8 | 13.9 | 15.8 | 19.4 | 11.3 | no significant |
| | | May, June | 7.5 | 11.3 | 11.8 | 12.0 | 12.7 | 12.7 | 13.8 | 14.0 | 14.7 | 17.0 | 12.8 | $\alpha$: 0.10 |
| | V.A-N | August | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.15 | no significant |
| | | May, June | 0 | 0.2 | 0 | 0.9 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | $\alpha$: 0.20 |

V.B-N: Volatile basic-N, V.A-N: Volatile amine-N, Landing fish: at the landing port, '53~'54.

**Table 2.** Comparison of freshness between two season's fish

| | May June < August | May June > August | May June ≒ August |
|---|---|---|---|
| {V.B-N {V.A-N | Scomber jap. | Thunnus ori. Sardin | Limanda ang. & 2 same species Squid omma. Whale (raw fish) |
| V.B-N | | Katsuonus vag. | Trachurus jap. |
| V.A-N | Trachurus jap. | | Katsuonus vag. |

Level of significancy is showed in Table 1.

但し8月のイワシはウルメイワシ2件を含め（他はマイワシ）又 5, 6 月のカレイはマガレイのみであるが，8月はヤナギムシカレイ4件，ナメタガレイ1件を含めて，夫々イワシ，カレイとしてまとめた。又 V.B-N 30 mg%，V.A-N 4mg% 以上の鮮度低下のものを **Table 3** に示し，その % の信頼限界[4] を示した。以上から考察すると

1. クロマグロ，カツオ，イワシは気温の高い8月が反つて 5, 6 月より鮮度が良く鮮度低下したものが見られなかつた。これらの魚種は漁獲に日時を要するので気温の高い8月は漁獲後迅速に，そして低温で処理することに特に気を使つたためと推測する。河島等[5] も埼玉県で市販の刺身について同様の結果を得ている。

2. マサバ，マアジの鮮度は気温の上下に応じ，気温の高い時鮮度が悪く低い時良かつた。然し 5, 6 月の鮮度は水揚港における値とほとんど変りなく，特に良かつたものと認める。

3. 生クジラ（鮎川，女川より入荷，切身のため種類は不明）の鮮度は案外に両季とも良く差が認められなかつた。

4. カレイ，イカの鮮度は8月と 5, 6 月で有意の差がないが，イカは8月には **median** の信頼限界の巾がせまいので8月は鮮度低下の程度が小さかつたと認められる。

5. イカの鮮度低下の件数は両季とも最も多かつた。

6. 8月の方が 5, 6 月より鮮度低下の % と低下の程度がはるかに小さかつた。腐敗細菌の最高増殖に至る時間は 25°C 附近が最も短かいと木俣[6] がいつているが，理由の一端が 5, 6 月の方に多くあつたのではないかと考えられる。

次に魚体の各種陳列容器の低温保持の効率を調査してその結果を **Table 4** に示した。容器毎の魚体温度を H 検定で比較してみると，両季とも 1% の危険率で有意の差がみられた。硝子陳列ケースに単に入れただけのもの及びその中の **vat** に入れたものは共に高温

**Table 3.** Fish had over 30 mg % V.B-N or 4 mg % V.A-N

| Season | Species of fish | | Total | % | Fiducial limit of % $\alpha$: 0.02 |
|---|---|---|---|---|---|
| Aug. | Limanda ang. | 2 | 4 | 5.2 | 0.1～14.3 |
| | Squid omma. | 2 | | | |
| May, June | Thunnus ori. | 1 | 21 | 17.5 | 10.2～27.0 |
| | Red sea bream | 2 | | | |
| | Limanda ang. | 1 | | | |
| | Sardinia mera. | 4 | | | |
| | Sebasted | 3 | | | |
| | Sebasted mac. | 4 | | | |
| | Squid omma. | 5 | | | |
| | Pandalus nip. | 1 | | | |

**Table 4.** Vessels of fish and fish's body temperature

| Vessel | August | | May, June | |
|---|---|---|---|---|
| | Rank by temp. | Fish's mean temp. °C | Rank by temp. | Fish's mean temp. °C |
| Glass show case (Electric cooling) | 1 | 6.5 | 1 | 4.4 |
| Wooden box in store | 2 | 7.3 | 4 | 6.5 |
| Wooden box in glass case | 3 | 7.4 | 3 | 5.8 |
| Vat in front of store | 4 | 11.8 | 7 | 7.3 |
| Ice box | 5 | 12.2 | 2 | 4.5 |
| Wooden box in front of store | 6 | 13.1 | 9 | 8.2 |
| On the ice in glass show case | 7 | 13.2 | 5 | 7.0 |
| Glass show case | 8 | 14.7 | 8 | 7.4 |
| In vat in glass show case | 9 | 15.5 | 6 | 7.2 |
| Mean | 11.3 | | 6.5 | |
| Level of significancy | $\alpha$: 0.01 | | $\alpha$: 0.01 | |

**Table 5.** Fish store's equipment in which found the fish had over 30 mg % V.B-N or 4 mg % V.A-N

| Season | Class of equipment | fish of poor quality | Fiducial limit of % $\alpha$: 0.02 |
|---|---|---|---|
| August | A | 0 ( 7) | 0 48.2 |
| | B | 1 (14) | 0.07 38.9 |
| | C | 0 (32) | 0 28.0 |
| | D | 3 (24) | 1.9 36.1 |
| | A & B | 1 (21) | 0.04 27.6 |
| | C & D | 3 (56) | 0.7 16.7 |
| May, June & August | A | 0 (17) | 0 23.7 |
| | B | 3 (40) | 1.11 22.9 |
| | C | 12 (80) | 7.06 25.0 |
| | D | 9 (59) | 6.19 29.1 |
| | A & B | 3 (57) | 0.77 16.5 |
| | C & D | 21 (139) | 8.83 23.4 |

( ) Fish tested

**Table 6.** Mean value of V.B-N and V.A-N of surface and bottom fish soon after landing from boat ('53, '54)

| | Surface fish | Bottom fish | Significancy of difference |
|---|---|---|---|
| V. B-N | 16.75 | 11.10 | significant $\alpha$: $< 0.01$ |
| V. A-N | 0.00 | 0.29 | significant $\alpha$: $< 0.01$ |

Surface fish: 64 fish, Bottom fish: 88 fish

である。電気冷却管を通した硝子陳列ケースは両季とも最低温を示した。又運搬用の四倉箱の魚体の温度が8月には他と比べて低かつたことは氷の豊富な使用のためで8月に鮮度が良かつた理由の一端を示すと思われる。

次に店舗の設備を冷蔵，排水，防塵，清潔等の設備から四等級に別けて鮮度低下件数の率をみてみると **Table 5** の如くである。設備の良い程鮮度低下魚の出現が少いことが認められた。

次に 5，6 月の調査でマダイ，キチジ，メヌケ，カレイ等[1]の底棲魚は廻游魚に比して V.A-N が大きく V.B-N 値が鮮度良好を示すにも拘わらず鮮度低下値を示す例が多かつたが，8 月もカレイのみではあるが **Table 1** にみるごとく同様な傾向が見られた。そこで水揚直後のものについても[2]検討したところ **Table 6** の如く同様な結果を得た。それ故底棲魚の V.A-N は早期に出現し，その量も V.B-N 値の割に大きいことがはつきりいえると思う。このことは堀江・関根[7]も魚肉の **Trimethyl amineoxide** を定量した結果，白身の肉に多いことが判り，そのため同様な結論を得ている。

## 総　　括

1. クロマグロ，カツオ，イワシは気温の高い8月が 5，6 月より鮮度が良く，マサバ，マアジは気温の高い8月が鮮度が劣り，生クジラの鮮度は両季に差が認められぬ。又カレイ，イカも両季に差が認められなかつたが8月は 5，6 月より **median** の信頼上限が低かつた。
2. 鮮度低下の件数は8月が 5，6 月より少く又低下の程度も8月が 5，6 月より小さかつた。
3. イカの鮮度低下件数は両季共に最も多い。
4. 鮮度低下のものは設備の悪い店舗に多い。
5. 低温保持の効率を容器別にみると電気冷却式硝子陳列ケースが最も良い。
6. 底棲魚は揮発性アミン窒素量の発生が早く且つ量も揮発性塩基窒素量に比して大きい。

終りに本稿の御校閲を賜わつた東北大水産利用学教室土屋靖彦教授に深く感謝します。又本調査に御協力戴いた宮城県公衆衛生課鈴木政志，大槻昌夫その他の各位に感謝する。

## 文　　献

1) 佐藤良裕・岩松礼三・高橋道太郎：宮城県衛研報告 34 号 (1957).
2) 高橋平馬・狩野正男・佐藤良裕：宮城県衛研報告 22 号 (1953)，同 26 号 (1954).
3) E. J. Conway：石坂音治訳，微量拡散分析及び濃縮論，南江堂，東京 (1952), pp. 73～84.
4) 石崎有信：医学研究のための統計法，医歯薬出版 (1955), pp. 83, pp. 111, pp. 164.
5) 河島与一・奥津知明：埼玉県衛研報告，1 巻，71 (1957).
6) 木俣正夫：食品腐敗学，河出書房 (1942), pp. 83.
7) 堀江　進・関根　隆：*J. Tokyo Univ. Fish.* Vol. 42, 25～31 (1956).

# 魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—I*.

## 各種燐酸塩類のかまぼこの品質に及ぼす影響について

岡村一弘 松田敏生・横山理雄
(大阪市立衛生研究所) (上野製薬株式会社研究室)

## Studies on the Action of Phosphates in "Kamaboko" and Fish Sausage Products—I.

## Various Effects of Phosphate on Qualities of "Kamaboko", Fish Cake

Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama

I. These salts had desirable effects upon the jelly-strength of "Kamaboko" as it is indicated as following:

a. Na-pyrophosphate was the most effective one as well as Na-tripolyphosphate when it was used in concentration of 0.1～0.3%.
b. Na-hexametaphosphate and Na-secondary-phosphate were not so effective as Na-pyrophosphate when they were used in the same concentration as Na-pyrophosphate.
c. The addition of Na-tertiary-phosphate, Na-tatarate, Na-succinate and *Tari* indicated no effects upon the products, but we did not find any change in jelly-strength due to the addition of the salts.
d. It is assumed that the desirable effects of phosphates upon the jelly-strength of "Kamaboko" are due to the characteristic properties of phosphates themselves rather than alkalinities of the phosphates.

II. Concerning the taste and flavour of "Kamaboko" in the experiment of Na-pyrophosphate, Na-tripolyphosphate, Na-secandary-phsophate, Na-hexametaphosphate, Na-tertiaryphosphate, Na-tatarate, Na-succinate, and *Tari* with the addition of 0.1～0.3% concentration:

The addition of these salts, expect Na-succinate, scarcely influenced the taste and flavour of "Kamaboko" products. Even with the addition of 0.03% concentration Na-succinate gave the characteristic taste of the clam to "Kamaboko".

III. The inter-relationship between the pH values shifted to alkali side by the addition of these salts, and the deterioration of "Kamaboko":

The pH values of "Kamaboko" products increased by the rate of 0.1～0.4, with the addition of these salts, and this increase of pH values did not affect the putrefaction of "Kamaboko" products nor gave any particular influence upon the mode of it's products in the result of our experiments.

### 緒 言

ねり製品の品質は香味，外観および足に依つて決り，中でも足はかまぼこの生命といわれるほどで，足のよいかまぼこを作ろうと製造家，研究者等に依つて苦心研究されて来た。しかるにかまぼこの足補強剤の研究は少く，従来より足補強剤として使用されているものは澱粉と卵白の二種[1]のみで，足補強薬品についての研究は殆んどない。澱粉の足補強効果については岡田・山崎[2]，志水・池内・清水[3]，志水・清水[4]等

1958 年 7 月 30 日受理

* 昭和33年4月3日，日本農学大会水産部会に於て講演。生活衛生，Vol. 2, No. 3, p. 107 に抄録。魚肉ねり製品の足補強剤についての研究という題で発表したが本題の様に変更する。

の研究があり，また志水・清水等のかまぼこの足に影響する諸因子の研究として，pH[5]，塩類[6),7)]，魚肉鮮度等の研究がある。

最近外国に於て，ハム，ソーセージ製造時に各種の燐酸塩類を添加すると製品の保水性が良くなり，製品の軟かさを増し，肉の結着力の良くなる事が見出され，ハム，ソーセージに燐酸塩類が使用されている様である。またこれら塩類の研究[9)]紹介[10)]も行われている。本邦にも西ドイツより *"Tari"** と呼ぶ商品名の燐酸塩混合物が輸入され，ハム，ソーセージ等の食肉業界では可成り使用されている様子で，農業技術研究所[11)]も *"Tari"* を試験して一応その効果を認めている。

これら燐酸塩類が肉加工品の保水性を向上させるのは肉の pH を上昇せしめるのが一因であり，また縮合燐酸塩類は Ca イオンとキレートを作るため，筋肉蛋白の収縮を阻害し筋肉蛋白を膨潤せしめる。更にまたピロ燐酸塩，トリポリ燐酸塩，ヘキサメタ燐酸塩等の様に分子の大なる燐酸塩は actomyosin を actin と myosin に解離せしめるので myosin が増加して，蛋白の溶解度が良くなり保水性が増加するのであろうと推論[9),10)]されている。作用機構が何れであるにせよ，これら塩類を添加すれば，肉製品の pH が高められ，保水性が向上し，軟かさおよび肉の結着力が増大するので，これら塩類を魚肉ねり製品に使用すれば，ねり製品の pH を高め保水性を向上せしめ，軟かさを増し，あるいは蛋白分子間の結着力が増大して足が補強されるのではないかと考えた。そこで昭和 32 年 6 月，市販かまぼこに燐酸塩類として，正燐酸の第三，第二ソーダ塩，ピロ燐酸ソーダ，トリポリ燐酸ソーダ，ヘキサメタ燐酸ソーダをそれぞれ 0.1%，0.3% および *"Tari"* を 0.3% 添加し，有機酸塩として，コハク酸ソーダ，酒石酸ソーダを 0.3% 添加してかまぼこを作り，その足を官能的に調べた。かつこれらの塩添加に依つてかまぼこの香味が害われはせぬかどうか，更に塩添加に依つて pH が上昇するので腐敗様式並びに腐敗に達する時間に変化がないかどうかをかまぼこの pH，滴定酸度，一般細菌数を経時的に測定して調べた。

その後昭和 32 年 7 月 31 日食品衛生法の一部改正により燐酸塩類が食品添加物として許可されるに到り俄かに燐酸塩類が食品界にクローズアップされ，水産界に於ても大きく注目をあびるに到つた。従つてその後魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究も各方面[19),20),21)]で行われている様であるが或るものはその効果を疑問視する様な報告もあり，筆者の不勉強もあつてか未だ詳細なる報文を知らない。筆者等は燐酸塩類の魚肉ねり製品に対する効果についてやや詳細に研究を行い本年 4 月，日本農学大会水産部会で，これらについて I～VI 報[23)]を発表したのでここにその I 報を報告する。

## 実験材料および実験方法

**1) 実験材料**：かまぼこ製造工場（大阪市東区鴨野町西中筋，暁食品株式会社）で製造中の板付け寸前の摺身を購入した。摺身の組成は，キグチ 20%，クログチ 30%，ハモ 50% よりなる混合魚肉 15 kg に澱粉 2.25 kg，水 4.5 kg，砂糖 0.4 kg，食塩 0.4 kg とフラスキン約 50000 分の 1 を添加し，充分均一に混合擂砕したものである。

上記の摺身を一定量採り，これに 5～10% の各種の塩溶液を摺身に対してその塩濃度が 0.1～0.3% になる様に加えた。また添加水量は摺身に対して 5%（第二燐酸ソーダ 0.3% 添加のもののみ 10%）になる様に水を加えて加減した。対照は塩溶液を添加せず水を 5% 加えた。

**2) かまぼこの製造**：上記の様にして得た塩添加摺身および対照摺身を板付けして各々5 枚ずつ蒸製し，焼き上げして，かまぼことなした。かまぼこ製造の実際上の仕事はすべて工場の熟練者に依頼し，ただ塩類の添加のみ著者等が行つた。

**3) 足の強弱，味（癖）の判定**：蒸製，焼き上げ後のかまぼこを一夜間室温に放置し熟練者に依頼して官能試験によつた。

---

* 西ドイツ，キウリ化学会社の製品で各種の燐酸塩の混合物でその分析値は $P_2O_5$: 55.0%，$Na_2O$: 33.5%，$K_2O$: 80%，1% 溶液の pH は 9.5.

4) **滴定酸度**: かまぼこ 20g を出来るだけ細かく乳鉢で砕き 40～50cc の水にてビーカーに流し込み，フェノールフタレインを指示薬として N/10 NaOH で滴定しその cc 数で表わした。

5) **pH 値**: 滴定酸度の場合と同様に 20g を細かく砕き，3倍量の水を加え攪拌した後，ガラス電極 pH メーターにて pH 値を測定した。

6) **一般細菌数**: かまぼこの中央部より無菌的に 1g の切片を切りとり摺砕して検体となし，食品衛生検査指針の一般細菌数測定法[12]に従つて菌数を測定した。

7) **経時的観察**: かまぼこを机上に並べ，乾燥を防ぐためにガーゼを四つ折りにして水で湿らせ固くしぼつて被せ，ガーゼが乾燥すれば時々ガーゼを湿らせた。室温は 24～30°C であつた。

## 実験結果並びに考察

1) **官能試験および pH**: Table 1 よりピロ燐酸ソーダおよびトリポリ燐酸ソーダ添加かまぼこは著しく足が補強され，素人でも対照と比較して明らかに足の補強された事が判る。ヘキサメタ燐酸ソーダと第二燐酸ソーダ添加のものも足の補強された事が判るが余り顕著ではなかつた。他の第三燐酸ソーダ，*"Tari"* コハク酸ソーダ，酒石酸ソーダ添加のものには足の補強効果が認められなかつた。しかし対照より足が低下したものはなかつた。

これらの塩類がかまぼこの味乃至は香味に及ぼす影響は 0.1, 0.3% の添加範囲では，コハク酸ソーダ以外は殆んど影響がなかつた。コハク酸ソーダは後に残る特異なハマグリ様の味を与える。更に詳しく試験した所コハク酸ソーダは 0.03% 添加に於てもハマグリ様の味を呈する。また，その後の実験の結果トリポリ，ヘキサメタの燐酸塩類を添加したかまぼこは収斂味が少しある事が判つた。特に単一の魚肉よりなる淡白な

**Table 1.** The Jellys-trength and the peculiarity of flavor on salt-treated "Kamaboko" and the pH value of 1% phosphates solutions.

| Sample | Treatment | | Jelly-strength (asi) | Peculiarity of flavor | pH* of 1% solution |
|---|---|---|---|---|---|
| | salt % | added salts | | | |
| Control | none | none | standard | standard | — |
| I | 0.10 | Di-sodium phosphate | + | same as standard | 8.7 |
| I′ | 0.30 | $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ | ++ | 〃 | |
| II | 0.125 | Tri-sodium phosphate | ± | 〃 | 11.9 |
| II′ | 0.375 | $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ | ± | 〃 | |
| III′ | 0.10 | Sodium Pyro-phosphate | ++ | 〃 | 10.2 |
| III′ | 0.25 | $Na_4P_2O_4 \cdot 10H_2O$ | +++ | 〃 | |
| IV | 0.10 | Sodium Tri-polyphosphate $Na_5P_3O_{10}$ | ++ | 〃 | 8.4 |
| IV′ | 0.30 | | ++ | 〃 | |
| V | 0.10 | Sodium Hexa-metaphosphate $(NaPO_3)_6$ | ++ | 〃 | 6.0 |
| V′ | 0.30 | | ++ | 〃 | |
| VI | 0.30 | Sodium Succinate | ± | flavor of clam | 8.6 |
| VII | 0.30 | Sodium Tartarate | ± | same as standard | 7.9 |
| VIII | 0.20 | *Tari* | ± | 〃 | 9.3 |

* Experimental values

**Table 2.** Changes in pH value, acidity and bacterial number of salt-treated-Kamaboko with time.

| Examination time / Sample | pH value | | | Acidity* | | | Bacterial number | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 24hrs | 43hrs | 65hrs | 24hrs | 43hrs | 65hrs | 24hrs | 43hrs | 65hrs |
| Control | 6.95 | 6.88 | 6.79 | 8.2 | 6.8 | 8.8 | $4.8\times10^4$ | $7.4\times10^7$ | $2.4\times10^8$ |
| I | 7.02 | 6.85 | 6.54 | 6.3 | 5.8 | 8.5 | — | — | — |
| I′ | 7.10 | 6.87 | 6.58 | 5.5 | 6.3 | 10.8 | $1.1\times10^4$ | $8\times10^5$ | $3.2\times10^7$ |
| II | 7.10 | 6.91 | 7.00 | 6.0 | 6.1 | 6.3 | — | — | — |
| II′ | 7.30 | 7.00 | 6.75 | 4.0 | 6.0 | 11.3 | $4.5\times10^4$ | $3.6\times10^5$ | $3.8\times10^7$ |
| III | 6.95 | 6.56 | 6.20 | 5.2 | 6.6 | 13.1 | — | — | — |
| III′ | 7.05 | 6.89 | 6.75 | 4.5 | 6.2 | 8.7 | $8.4\times10^4$ | $1.5\times10^6$ | $9.1\times10^7$ |
| IV | 7.01 | 6.86 | 6.82 | 5.4 | 7.0 | 7.2 | — | — | — |
| IV′ | 7.08 | 6.64 | 6.95 | 4.5 | 6.8 | 6.6 | $1.2\times10^5$ | $4.4\times10^5$ | $5.1\times10^7$ |
| V | 7.01 | 6.79 | 6.75 | 6.5 | 7.8 | 9.7 | — | — | — |
| V′ | 6.92 | 6.80 | 6.60 | 5.7 | 7.9 | 8.0 | $8.6\times10^4$ | $1.6\times10^6$ | $1.2\times10^8$ |
| VI | 7.01 | 6.87 | 6.45 | 4.8 | 6.4 | 8.4 | $1.2\times10^5$ | $2.6\times10^5$ | $8.4\times10^7$ |
| VII | 7.03 | 6.80 | 6.72 | 5.2 | 6.1 | 7.5 | $8.4\times10^4$ | $1.4\times10^7$ | $1.5\times10^8$ |
| VIII | 6.90 | 6.80 | 6.90 | 4.8 | 6.3 | 7.3 | $5.2\times10^4$ | $1.4\times10^7$ | $2.6\times10^8$ |

* Acidity: Volume (cc) of N/10 NaOH solution to titrate 20g. "Kamaboko".

かまぼこに於て著しい。これはメタ燐酸塩が蛋白凝固作用があるのでそれが原因ではないかと考えられる。トリポリ燐酸ソーダ (T. P. Na) とピロ燐酸ソーダ (P. P. Na) 添加のものを比較すると両者共足に関しては同程度の効果を有するが噛んだ時，P.P. Na 添加の方はやや舌ざわりが粗雑で堅い感じを与え，T.P. Na 添加のものは舌ざわり軟かで遙かに美味な様に感ぜられた。また T.P. Na は 0.1% と 0.3% 添加のもので足の強弱に差は認められなかつたが，P.P. Na 添加のものは 0.1% の方が 0.25% 添加のものより足が強かつた。

塩類添加かまぼこは添加塩溶液の pH の高いものほどかまぼこの pH が高くなつており，第三燐酸ソーダ 0.3% 添加のものを除けばすべて 6.9～7.1 の pH 値を示した。志水・清水[5]によれば擂身の pH を上昇せしむれば，かまぼこの足が強くなると述べている。Table 1 より明らかな様に第三燐酸ソーダ，コハク酸ソーダ，酒石酸ソーダ添加のものは対照に比し pH は高くなつており，特に第三燐酸ソーダ添加のものの pH は Table 2 中一番高いが足の補強効果はみられない。これは本実験に使用したかまぼこは対照に於てすでに pH 値が 6.95 で充分に高かつたので pH による足の補強効果が見られなかつたのではないかと考えられる。従つて T.P. Na, P.P. Na による足の補強効果は単なる擂身の pH 上昇によるのではなく，これら塩類の特異的な作用によるものではないかと考えられる（Ⅲ～Ⅳ報に於て更に詳しく説明する予定である)。

又添加澱粉量の多寡によつて燐酸塩類の足補強効果がことなる事が分つたが，それについては第Ⅱ報に於てのべる事とする。

特に興味ある事は T.P. Na, P.P. Na を擂身に添加すれば，擂身の様相が一変し，粘着力，擂身の流動性が増し，P.P. Na の場合は "どろどろ" した感じとなり "坐り" が非常に遅延され板付けした時に形を崩れて "たれ"，盛りの高いかまぼこが作れない。この傾向は P.P. Na に於いて強い。石田・岡田[13]によると pH の上昇は坐りを遅延させる。従つて P. P. Na, T. P. Na 添加が擂身の "坐り" を阻害するのは擂身の pH 上昇もその一因と考えられるがそればかりでもなさそうである。

縮合燐酸塩即ち T. P. Na, P. P. Na 等は actomyosin を actin と myosin に解離せしめ，肉蛋白の分子量が小となるため粘度が低下して板付けした時たれる様になると考えられる。実際 P. P. Na 添加に依つて actomyosin の減少する事が志水氏に依つて認められている（未発表)。

2) **経時的変化**: 対照に比し塩添加のものは pH が 0.1～0.4 上昇するので (*Tari* のみ例外), 腐敗の様相に変化があるのではないかと考えて実験を行つた。pH, 滴定酸度および一般菌数の経時変化は Table 2 の通りであつて, pH は次第に低下し, 滴定酸度, 一般細菌数も増加し, 65 時間で一般細菌数 $10^{7-8}$ に達し, ネト, 腐敗臭を発して初期腐敗に達し, 腐敗の様相には殆んど差異を認めなかつた。

むしろ Ⅰ′～Ⅳ′ の一般菌数は $10^7$ order で, 対照の細菌数は $10^8$ order であり菌数のみよりすれば燐酸塩類は幾分か菌に対して抑制作用がある様に考えられる。その後筆者等が魚肉ソーセージに燐酸塩類を添加し約 40 日間に亘つてその足, 菌数の変化を試験した結果[14], 燐酸塩 (P.P. Na: T.P. Na＝6: 4) は細菌に対して抑制作用のある事を確かめた。本実験のデーターのみでは燐酸塩類の制菌作用を立証する事は出来ないが燐酸塩類, 殊に縮合燐酸塩類は金属と強くキレートを作る作用[15]があり, 薬品のキレート生成と抗菌力との間には密接な関係のある事[16]も明らかにされているので, かかる意味より魚肉ソーセージ等長期保存用の魚肉ねり製品には燐酸塩類添加による防腐作用も可成り期待される。

実験結果からも明らかな様に, 添加塩の種類により, また添加量に依つてかまぼこの初期の pH および滴定酸度は区々であつて一定しない。かまぼこの腐敗形式は澱粉, 糖の添加の有無に依つて異なり, また腐敗生産物並びにその量も魚種および添加物の種類, 量に依つて異ると考えられる。筆者等のただ一回の実験で以つて腐敗判定の基準を云々する事は出来ないが, 腐敗の形式が如何様であれ, また腐敗生産物が何であれ, 腐敗には必らず微生物が関与するのであるから, 腐敗判定には菌数と官能試験を以つてするのが妥当であると考えられる。高橋・松本・新井[17]等はねり製品の腐敗判定に於て生菌数は必らずしも鮮度の手引きとならないといつているが氏等の data からも明らかな様に 50 時間後に菌数は $10^8$ となつており, 一旦菌数 $10^8$ に達すれば, これらの菌に依つて生産される腐敗生産物に依つて以後菌数は低下しても官能的に何らかの異状が認められると思われる。また筆者の一人岡村[18]が“しらす”の腐敗に於ても一般細菌数が官能試験と最もよく一致し菌数 $10^8$ に達すれば初期腐敗に達する事を認めた。従つてねり製品の腐敗判定に於ても, 菌数のみを判定基準とするのは危険であるが官能試験と菌数を組合せれば, 腐敗判定の基準となし得ると考えられる。

## 要　　約

かまぼこの足補強剤として各種の燐酸塩類および有機酸塩を添加してかまぼこを作り, これらの塩類が, かまぼこの足, 味にいかなる影響を与えるか, またかまぼこの腐敗にいかなる変化を及ぼすか試験した。

1) ピロ燐酸ソーダ, トリポリ燐酸ソーダを 0.1～0.3% 添加して作つたかまぼこは著しく足が補強される。次にヘキサメタ燐酸ソーダ, 第二燐酸ソーダはやや足を補強するが, 第三燐酸ソーダ, 酒石酸ソーダ, コハク酸ソーダおよび *Tari* はかまぼこの足を補強しない。

2) コハク酸ソーダ以外の上記の各塩類は 0.3% かまぼこに添加してもかまぼこの味並びに香味に殆んど変化が見られないが燐酸塩類添加のものは後にわずかに収斂味が残る。コハク酸ソーダは 0.03% 添加にても一種独特なハマグリ様の味を与える。

3) 上記各塩類を 0.1～0.3% 添加してかまぼこを作れば, 各塩類のアルカリ度に応じてかまぼこの pH が 0.1～0.4 高まる。これらの塩添加かまぼこを放置して観察した所が塩類無添加のかまぼこと全く同様な経過を経て殆んど同時的に初期腐敗に達し, 別段著しい差異が認められず, かまぼこに於ては燐酸塩類の防腐効果は余り期待出来ない。

## 附　　記

稿を終るに当り, 絶えざる御指導と原稿の御高覧を給わつた京大農学部水産学教室の清水亘教授並びに御指導を給わつた大阪市立衛生研究所所長茶珍俊夫博士, 同栄養部主任久保正徳博士, 同食品衛生室主任田中薫樹氏, 更に研究費を負担下され且つ色々と御援助下さつた上野製薬社長上野政次郎氏に厚く御礼申し上げる。実験中細菌数の測定には清田氏他同僚の援助を得た。且つまたかまぼこ製造に御協力下さつた暁食品

株式会社社長田中宇一氏に深く感謝申し上げる。

## 文　　献


1) 清水　亘．蒲鉾，Ⅲ版，生活社，東京（昭 24）．
2) 岡田　稔・山崎惇子：本誌，**22**，9，583 (1957)．
3) 志水　寛・池内常郎・清水　亘：本誌，**20**，10，895 (1955)．
4) 志水　寛・池内常郎・清水　亘：本誌，**20**，10，898 (1955)．
5) 志水　寛：本誌，**20**，3，209 (1954)．
6) 志水　寛：本誌，**20**，4，295 (1954)．
7) 清水　亘・池内常郎：本誌，**21**，7，501 (1956)．
8) 志水　寛・池内常郎・清水　亘．本誌，**20**，9，811 (1955)．
9) C. E. SWIFT, and REX ELLIS: *Food Tech.* **10**, 11, 546～552 (1956)．
10) 藤巻正生：日本食肉加工情報，84，85，86 号．
11) 農業技術研究所畜産化学製造第Ⅱ研究室．昭 32，6，5 肉製品結着剤 *Tari* の効果に関する製造試験．
12) 厚生省編纂：衞生検査指針Ⅲ，Page 15 (1950)．
13) 右田正男・岡田　稔：本誌，**20**，3．213 (1954)．
14) 石井隆一郎・岡村一弘外：栄養食糧学会にて講演（於仙台），1958．5，18．
15) 小林正光・平田　行　品川睦明：化学の領域，12，4，48 (1958)，（総説，縮合燐酸塩について）．
16) 阪口武一：化学の領域，**12**，5，40 (1958)，（総説，薬品分析に於ける金属キレートの応用）．
17) 高橋豊雄・松本重一郎・新井とみ子：本誌，**17**，8～9，7 (1952)．
18) 久保正徳・岡村一弘（旧姓川口）：日本水産学会にて講演 1951，4．
19) 岡田　稔：魚肉ソーセージ（講習要録，p. 9～19）多燐酸塩について，全国魚肉ソーセージ協会発行，1958，2，5 発行．
20) 岡田　稔・山崎惇子：多燐酸塩の水産ねり製品への応用，昭和 33 年 4 月 3 日，日本農学大会水産部会にて講演．
21) 村田喜一・大石圭一・田村祐子：魚肉ソーセージの品質—Ⅰ，縮合燐酸塩添加の影響，昭和 33 年 4 月 3 日，日本農学大会水産部会にて講演．
22) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄：ねり製品の足補強剤についての研究-Ⅰ～Ⅵ，昭和 33 年 4 月 3 日，日本農学大会水産部会にて講演．生活衞生，Vol. 2, No. 3, p. 107 (抄録)．

# 水産動物肉蛋白に関するポーラログラフ的研究
## 蛋白波測定条件

菊池武昭・平野敏行・大貫 晃・岡田郁之助
(東京水産大学化学教室)

# Polarographic Studies of Protein Contained in Aquatic Animal
## Detection of Typical Protein Waves

Takeaki KIKUCHI, Toshiyuki HIRANO, Akira ŌNUKI
and Ikunosuke OKADA

For the studies of protein contained in muscle of an aquatic animal on the basis of polarographic wave, it is necessary to grasp a protein wave typical of meat extractives of the aquatic animal. Here, the authors studied the method to determine a polarographic protein wave typical of meat extractives of aquatic animals. We also studied into the origin of the protein wave. The results are as follows:

1) In order to obtained the typical wave for meat extractives, it is necessary to change the amount of meat extractives relative to the ammoniacal cobaltic solution according to the extraction ratio of meat (Table 1).

2) It is experimentally ascertained that the polarographic waves treated here originate purely in protein and have no relation to non-proteinous extractive components of meat.

## 緒 言

著者等は予報[1]においてポーラログラフ蛋白波によつて水産動物の種類差，例えば普通肉，血合肉間のような部位差，鮮度測定，γ-線による蛋白の変性等の研究が可能である事を明らかにした。これらの実験を行う場合，先ず典型的な蛋白波を求める事が必要である。本報では水産動物肉水抽出液について，よりよき波形の蛋白波を得る条件を調べ，更に蛋白波発生原因について若干考察した結果について述べる。

## 実験結果及び考察

ポーラログラフは予報の場合と同様，柳本製作所製の自記記録式のもので最高感度 0.002μA/mm である。電解瓶は水銀面の広い通常の型を用いた。

基礎液は通常蛋白波を求める際使用する次の2種を用いたが，記述を簡単にするため，ここでは次の呼名を用いる。

**CoCl 緩衝液**: 組成 0.001 M $CoCl_2$, 0.1 M $NH_4Cl$, 0.1 M $NH_4OH$

**luteo 塩緩衝液**: 組成 0.001 M $Co(NH_3)_6Cl_3$, 0.1 M $NH_4Cl$, 0.1 M $NH_4OH$

蛋白波高は測定法に未だ統一された方法がないので，この一連の報告ではコバルトの極大から蛋白波極大迄を波高とする事に統一する。

### 実験 I. 蛋白波測定条件

試料には分類位置の比較的離れた硬骨魚のコイ普通肉と軟体動物のイカ肉組織を用いた。

夫々の生肉 10g を少量の水と共に磨砕し蒸溜水を加えて 100 cc, 250 cc, 500 cc, 1000 cc とし振盪後沪過

1958 年 7 月 30 日受理

した。この4種の抽出液の記述を簡単にするため夫々を 10 倍，25 倍，50 倍，100 倍水抽出液と呼ぶ事にする。

各々の水抽出液出汁液に種々の割合で $CoCl_2$ 緩衝液を加え，−0.8V より 0.100μA/mm の感度でポーラログラムを求めた。これらの結果は第1表に示す。蛋白波高は定量的考察を考慮に入れるとき，その大きさが問題となる。波形が明瞭なものであれば 10 mm 前後でもよいが，作図の誤差を考えると 20 mm 以上ある事が望ましい。そこで第1表では 10 mm 前後の波高を ±，20 mm 以上を + として示した。又ポーラログラムがコバルトの極大を示し蛋白波を示さぬ場合 − と記した。

第1表に示すように抽出液量のごく少い場合，ポーラログラムはコバルトの極大を示し抽出液量を増加し蛋白濃度が高くなるとコバルトの極大は消え蛋白波を示すようになる。コイ，イカ何れの場合も 10 倍及び 25 倍水抽出液では，抽出液量 + $CoCl_2$ 緩衝液が 0.20cc+20cc，50 倍及び 100 倍水抽出液では 1.0cc+20 cc迄コバルトの極大を示すが，それより抽出液量の多い場合コバルトの極大は消えて蛋白波を示すようになる。そして 20 mm 以上の波高を示すのは，10 倍及び 25 倍水抽出液の場合，0.50cc + 20cc，50 倍及び 100 倍水抽出液の場合 2.0cc + 20cc より抽出液量の割合が多い場合である。従つて蛋白波を求める場合はこの条件が必要となるわけである。

波高は蛋白濃度の低い部分では増加の割合が著しく，高濃度になると増加の割合は少くなり遂に一定値に達するという傾向があるが，ここでは細かい観察は省略し，後に種々の水産動物肉を蛋白波によつて比較する際に詳述する予定である。

$CoCl_2$ 緩衝液に肉水抽出液を加える場合，pH 値が変化して波高に影響する事が考えられるので，抽出液の割合を変えて $CoCl_2$ 緩衝液に加えた時の pH の変化を調べた。ここでは 10 倍水抽出液と 10 倍 80% アルコール抽出液について求めた例を第2表に示す。

**Table 1.** Height of protein wave of meat extractives. −, maximum of cobalt; +, > 20 mm.; ±, ca 10 mm.; E., extractives; Buffer, ammoniacal cobaltic buffer soln.

| Species | Carp | | | | Cuttle fish | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E(cc) +buffer(cc) Extraction ratio* | 10 | 25 | 50 | 100 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 0.10+ 20 | − | − | − | − | − | − | − | − |
| 0.20+ 20 | − | − | − | − | − | − | − | − |
| 0.25+ 20 | ± | ± | − | − | ± | ± | − | − |
| 0.50+ 20 | + | + | − | − | + | + | − | − |
| 1.0 + 20 | + | + | − | − | + | + | − | − |
| 1.5 + 20 | + | + | ± | ± | + | + | ± | ± |
| 2.0 + 20 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3.0 + 20 | + | + | + | + | + | + | + | + |

*, extractant/meat.

**Table 2.** pH of ammoniacal cobaltic buffer solution involving meat extractives.
E., extractives of meat; buffer, ammoniacal cobaltic buffer soln.; A, water extractives; B, 80% alcohol extractives.

| E(cc) +buffer(cc) | A | B |
|---|---|---|
| 0 + 20 | 9.50 | 9.50 |
| 0.10+ 20 | 9.50 | 9.58 |
| 0.25+ 20 | 9.50 | 9.55 |
| 0.50+ 20 | 9.50 | 9.55 |
| 1.0 + 20 | 9.50 | 9.52 |
| 2.0 + 20 | 9.50 | 9.50 |
| 3.0 + 20 | 9.50 | 9.45 |
| 4.0 + 20 | 9.50 | 9.42 |
| 5.0 + 20 | 9.48 | 9.40 |

抽出液を加えた基礎液の pH の変化は少く，蛋白波高に影響[2]するといわれている pH 8 附近に至るものは見出されなかつた。然し出来得れば抽出液量を少くして，10 倍抽出液の場合は，水抽出液 + $CoCl_2$ 緩衝液の割合が 4.0cc + 20cc，又 10 倍 80% アルコール抽出液の場合は 2.0cc + 20cc より抽出液量の割合が少い事が望ましい。

**実験 II. 蛋白波生因の追求**

1) カレイ肉水抽出液加熱前後のポーラログラム

生肉水抽出液中で蛋白波の生因となる物質を調べる一つの手段として，カレイ肉 10 倍水抽出液の加熱前

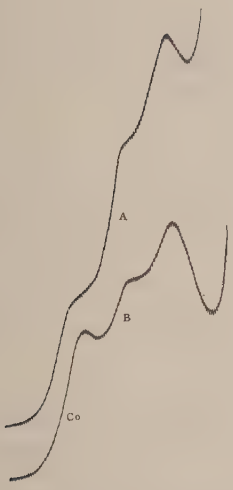



**Fig. 1.** Protein wave of meat extractives. A, before heating; B, after heating. Ammoniacal cobaltic buffer soln. was involing divalent cobalt. Sensitivity was 0.100$\mu$A/mm.

**Fig. 2.** Protein wave of alcoholic extractives of meat.
A, a, water extractives; B, b, A and a diluted to five times; C, c, 50% alcohol soluble fraction of A and a; D, d, 60% alcohol soluble fraction of A and a; E, e, 70% alcohol soluble fraction of A and a; F, f, 80% alcohol soluble fraction of A and a; G, g, water extractives of p. p. t. produced by 80% alcohol treatment; A～G, ammoniacal cobaltic soln. involving divalent cobalt; a～g, ammoniacal cobaltic buffer soln. involving trivalent cobalt. Sensitivity was 0.100$\mu$A/mm.

後のポーラログラムを比較した。その結果は Fig. 1 に示す如くである。

水抽出液 2.0cc に $CoCl_2$ 緩衝液 20cc を加えた場合，蛋白の 2 段波を示し，波高は第Ⅰ波 65.0mm，第Ⅱ波 107.0mm である。これを 20 分間湯浴上で加熱した沪液について同一の条件でポーラログラムを求めると，波高は夫々 28.0mm 及び 50.0 mm となり加熱前と較べて半分以下となる。この事から蛋白波生因物質が加熱により凝固沈澱する事がわかる。又加熱後の沪液も波高は減ずるが典型的な蛋白波を示す事から生因物質は熱に安定で且つ熱水に可溶性のものをも含む事がわかる。即ち蛋白波生因物質は，加熱により沈澱を生ずるもの及び熱に安定で，且つ熱水に可溶であるものの両者による事が明らかにされた。

2) マグロ水抽出液のアルコール処理によるポーラログラム

水抽出液中の蛋白波生因物質を分離するため，アルコールの濃度を加減して蛋白の沈澱差を利用する事を試みた。

マグロ生肉 10 倍水抽出液にアルコール濃度 50, 60, 70, 80% となるように無水アルコールを加え，冷温に 2 時間放置後沪過し，各々の沪液について $CoCl_2$ 緩衝液または luteo 塩緩衝液を加えてポーラログラムを求めた。これらの結果は Fig. 2 の如くである。

アルコール濃度 50% 及び 60% とした沪液に明らかに，同じく 70% とした沪液に僅かに蛋白波が現われるが，80% 沪液には蛋白波が現われない。この実験結果によれば，蛋白の生因は予期の如く蛋白に由来するもので，80% アルコールで沈澱しないエキス成分（非蛋白成分）によるものでないことが立証された。アルコール処理を行う場合，抽出液が稀釈される為，蛋白波を減ずる事も考えられるが，水抽出液の 5 倍稀

釈液 (Fig. 2. B 及び b, アルコール濃度 80% とした場合と同様稀釈) が明らかな蛋白波をポすので稀釈による蛋白波の消失は考えられない。

ここで得られた蛋白波測定法を基として，水産動物種類差，部位差，鮮度判定，蛋白の変性等に関する研究を進めたいと考えている。

## 摘　　要

1) 水産動物肉水抽出液についてポーラログラフ蛋白波を求めるのに必要な条件を明らかにした。即ち水産動物肉 10 倍及び 25 倍水抽出液を使用する場合，抽出液と $CoCl_2$ 緩衝液の割合が 0.5 cc + 20 cc, 50 倍及び 100 倍水抽出液では，同じく 2.0 cc + 20 cc を標準としてポーラログラムを求めれば典型的な蛋白波を得る。

2) 水産動物肉水抽出液中でポす蛋白波の生因を考察し，その主体は蛋白であり，エキス分 (非蛋白成分) は生因とならぬことを確認した。

終りに本研究を行うに当り終始御懇篤な御指導を賜わつた京都大学教授館勇博士に深甚の謝意を表する。本研究の一部は文部省科学研究費によつた。附記して謝意を表す。

## 文　　献

1) 菊池武昭・平野敏行・岡田郁之助: 日水誌, **23**, 7, 8 467～470 (1957).
2) 例えば, 小出真次: ポーラログラフィー, **2**, 29 (1954).

# サケ・マス類のカロチノイド色素の研究—II.
# 筋肉色素の定量

金光庸俊・青江弘

# On the Studies of Carotenoids of the Salmon—II.
# Determination of Muscle Pigment.

Tsunetoshi Kanemitsu and Hiroshi Aoe

Three methods for estimating astaxanthin, the only carotenoid occurring in the muscle of Pacific salmons have been devised as follows:

(A) The muscle (5 g) was ground in a mortar and the pigment was several times extracted with acetone. The combined acetone extracts were concentrated at room temperature under nitrogen, and the pigment was extracted with petr. ether. This solution was run through a column (3.5×30 cm) of cellulose powder (20 g), and the column was washed with about 80～100 cc of petr. ether to remove fat completely. The pigment adsorbed on the cellulose powder was then eluted with acetone. This acetone fraction was concentrated, and its volume was suitably adjusted with acetone for spectrophotometric measurement with Beckman spectrophotometer. Regarding the difference between values at 478 mμ and 600 mμ as accounting for astaxanthin, the amount of astaxanthin in fresh muscle was calculated using the value of $E^{1\%}_{1cm}$ (478 mμ) = 2,200 for pure astaxanthin in acetone.

(B) The petr. ether solution of the pigment prepared as A, was added with small amount of anhydrous $Na_2SO_4$, and filtered through No. 4 glass filter. After removal of the solvent, the residue was dissolved in a suitable volume of petr. ether for spectrophotometric analysis. The extinction was measured at 470 mμ and 600 mμ, and the calculation was the same as A, except that $E^{1\%}_{1cm}$ (470 mμ) = 2,400 was used for pure astaxanthin in petr. ether.

(C) The muscle was extracted with acetone as A. The volume of this solution was immediately suitably adjusted for spectrophotometric analysis. Extinction measurement and calculation were made as A.

In the methods A and B, the recovery of added pure astaxanthin was 94.4～97.6 % and 97.0～98.7 % respectively. And there was no appreciable difference among the values obtained by the methods A, B, and C on the same material (Table 1).

By these methods, astaxanthin concentration was determined on the dorsal, ventral, and caudal muscles of five species of North Pacific salmons (Table 2), on the muscle of some individuals of red salmon caught at different stations, and also on that of five species from the same station (Table 3). So it was ascertained that the muscle of red salmon is most rich in this pigment, and there was found no distinct relationship between the amount of the muscle astaxanthin and sex, body weight, body length and fattiness.

## 緒　　言

サケ・マス類の筋肉色素の量的分布を知ることは単に生理学的な興味に止まらない。利用上の面に於いても例えば冷凍貯蔵，塩蔵或いは缶詰製品等の肉の褪色の問題があり，この変化の過程や機構を追究し，防止法を考えたりする上にも先ず色素の定量法を確立して置く必要がある。

1958 年 7 月 31 日受理

従来もサケ・マス類色素の定量に関する報告例[1]を見ることが出来るが，これは淡水産マス類を扱つたものであり，数種のカロチノイドを含む故に分配或いは酸化の方法による色素の分別をその骨子としている。従つて自然操作も煩雑となり，精度にも難があることは否めない。

処で海産サケ・マス類は産業的にも遙かに重要であるに拘わらず，筋肉の色素量を定量した報告が見当らない。然しこの場合は前報[2]に報告した様に遊離の全トランス型アスタキサンチンを主成分とし，この他僅か乍らそのモノシス異性体と思われるものを含むのみであり，而も両者の吸収スペクトルの性質は極めて類似するので前述の様な色素の分別を必要とせず，より簡易，且つ精確に測定することが可能な筈である。そこで前報の実験事実を基礎として差当り海産サケ・マス類を対象とした場合の筋肉色素定量法を種々検討し，これによつて偶々入手した若干の試料に就き測定を行つたのでその概要を報告し度い。

## 定量方法

定量に当り問題となる最も大きな点は色素の抽出に際し同時に溶出して来る脂溶性物質，特に筋肉中に概して多量に含まれる脂肪の影響である。これらの混在物質自体が可視部に或る程度の吸収をもち，且つ或る溶媒中に於ける斯様な物質の濃度如何によつてはその溶媒のみの場合の色素の示す吸収極大の現われる波長を多少なりとも変化させる憂いがあるからである。従つてこの混在物質を色素溶液中から除去するか，若しくは吸光値測定の際に何らかの補正を行う要がある。前者の方法としては前報に述べた粉末沪紙を吸着剤とするクロマトグラフィーが利用出来る[2]。後者の方法としては，色素による吸収が何れの溶媒を用いた場合でも 600 mμ 附近では全く消失するのに対して脂肪等では色素の示す吸収極大の波長附近も 600 mμ 附近もほぼ等しい吸光度を示す事実から，脂肪等の濃度の点さえ考慮すれば可成りの程度迄吸光値を補正することが可能の筈である。この両者何れにも後述の通り一長一短があり，供試試料の種類によつても適不適がある。そこでこれらの点を考慮に入れ種々検討の結果，次に記す3種の方法を考えた。

**[A]** 試料肉を磨砕し，その一定量（約 5 g）を精確に秤取し，アセトンを少量加えて静かに攪拌した後 No. 3 グラスフィルターで沪過する。残渣は再びアセトンを加え，同様の操作を色素が抽出されなくなるまで繰返えす（通常 3～4 回で充分である）。抽出液を合し，直ちに減圧にて濃縮（$N_2$ ガス気流下，以下同様）する。濃縮液に石油エーテル少量を加え静かに攪拌すると色素の大部分は石油エーテル層に移行する。これを分離した後再び石油エーテル少量を加え同様の操作を繰返えして色素をすべて石油エーテル層に移す。この際エマルジョンを生じたり，又色素が石油エーテルに移行し難い場合は少量のアセトンを添加すれば直ちに2液層に分れ，色素は容易に石油エーテル層に移る。石油エーテル溶液全量を合し（この量は 20 cc 程度が適当である），直ちに粉末沪紙（水及びアセトンで充分に洗浄し，減圧にて室温乾燥したもの）20 g を充塡したカラム（3.5×30 cm，外部は氷冷水を通じて 10°C 以下に保つ）上に移す。次いで石油エーテル（約 80～100 cc）を加えると油状物質が吸着せずに流出する。油状物質の流出が終つた後，アセトンを加え，色素を溶離する。この区分を集め，混在する石油エーテル除去のため一旦減圧濃縮した後再びアセトンに溶し，吸光度測定に適当な濃度となる様稀釈して一定容積とする。この際往々にして原因不明の濁りを生ずることがあるが，この場合は No. 4 グラスフィルターで沪過して除去し得る。かくして得た色素溶液の濃度を Beckman 分光々度計で 478 mμ の吸光値を測定，アスタキサンチン標品のアセトン溶液に於ける吸光係数 $E^{1\%}_{1cm} = 2{,}200$[2] を用い鮮肉中のアスタキサンチン含量を算出する。

**[B]** 定量法 A に於けると同様アセトン抽出液を濃縮，色素を石油エーテルに移行させた後，これに少量の芒硝を加えて脱水，No. 4 グラスフィルターで沪過し，これを減圧濃縮して溶剤を完全に除去する。この油状物に再び石油エーテルを加え一定容とした後，470 mμ に於ける吸光値を測定する。この場合は吸光係数として $E^{1\%}_{1cm} = 2{,}400$[2] を用いる。

**[C]** 前記の筋肉アセトン抽出液を一定容積（100 cc 程度）としたものにつきそのまま直ちに吸光度を測定する。濁りの強い場合は No. 4 グラスフィルターで沪過する。計算法は A に準ずる。

何れの方法を用いる場合も測定液に濁りがあると定量を阻害するので，濁りは完全に除去することが望ましい。然し濁りに基く吸収は前記脂肪の場合と同様に色素の吸収極大の現われる波長附近の吸収も，色素の吸収を示さない 600 mμ 附近の吸収も大差がなく，従つて色素溶液の吸収極大に於ける吸光値から 600 mμ の吸光値を差引くことにより濁りの影響を補正することが可能である。これは更に B, C の場合に於ける前記の脂肪の影響に対する補正の意味をも兼ねることになる。本実験に於いては何れの溶剤を用いた場合

も，又肉眼的に濁りが認められると否とに拘わらず一応すべてこの補正を行うこととした。

尚色素は可成り不安定であるので全操作を通じ，低温，暗所に且つ可及的迅速に行うことが望ましい。

## 実験及び結果

### I. 色素標品添加回収試験並びに3法の比較試験

A, B 両者の方法には色素溶液濃縮，アセトンより石油エーテルへの移行，沪過等の操作，A 法では更にクロマトグラフィーの操作を含む。この間の処理が本法の精度に如何なる影響を及ぼすかを見る為め，アスタキサンチン標品を用いて添加回収試験を行つた。添加量を変え3回の平行試験の結果はA法に於ては添加色素の回収率約 94.4～97.6％，B 法では 97.0～98.7％ でこの回収率に関する限りB法の方がやや良かつた。

次に A, B, C 3法を同一試料に就いて比較した結果は第1表の如く著しい差はない。

**Table 1.** Comparison of three determination methods, A, B, and C.

| Samples* | | Astaxanthin (mg %) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C |
| I | 1 | 3.73 | 3.70 | 3.57 |
| | 2 | 3.72 | 3.70 | 3.62 |
| II | 1 | 3.55 | 3.43 | 3.62 |
| | 2 | 3.50 | 3.40 | 3.42 |

* The muscle of red salmon was used.

### II. 諸種サケ・マス肉色素の定量

北洋産5種の冷凍サケ肉につき B, C 法により，背，腹，尾部別に比較した結果及びベニザケについての漁獲地別，同一漁場に於ける種別の比較定量の結果を夫々第 2, 3 表に示した。

**Table. 2.** Astaxanthin concentration of the muscle of salmons. (1)

| Species* | Sex<br>Body-weight (kg)<br>Body-length (cm) | Part of muscle** | Moisture† (%) | Crude fat† (%) | Astaxanthin***† (mg %) |
|---|---|---|---|---|---|
| O. Nerka | ♀<br>2.70<br>61.0 | D<br>V<br>C | 71.6<br>67.4<br>71.6 | 5.5<br>9.4<br>8.8 | 3.29<br>3.18<br>3.86 |
| O. Kisutch | ♂<br>2.68<br>58.0 | D<br>V<br>C | 66.5<br>67.1<br>69.6 | 11.6<br>10.7<br>7.4 | 1.35<br>1.26<br>1.46 |
| O. Keta | ♂<br>1.79<br>55.0 | D<br>V<br>C | 72.2<br>68.0<br>73.6 | 6.0<br>12.8<br>4.8 | 0.46<br>0.48<br>0.50 |
| O. Gorbuscha | ♀<br>1.33<br>46.0 | D<br>V<br>C | 74.3<br>74.4<br>74.1 | 2.3<br>2.0<br>1.1 | 0.60<br>0.56<br>0.66 |
| O. Tschawytscha | ♀<br>2.71<br>60.5 | D<br>V<br>C | 72.7<br>69.1<br>74.5 | 4.5<br>10.2<br>3.4 | 0.50<br>0.47<br>0.54 |

* These fishes were caught in August, 1956, and stored at -20°C. for 3～5 months before analysis.
** D: dorsal; V: ventral; C: caudal
*** Determined by the method C.
† All values are based on fresh muscle.

## 考　　察

A, B, C 3法の比較試験の結果は回収率試験の結果と必ずしも一致しない。クロマトグラフィー処理を含むA法の方が色素の損失の大きいことは当然のことと思われるに拘わらず，B法と同等或いはこれよりも寧ろやや高い値を示しているのはB法に於ける脂肪等による影響に対する補正法の不適当なことを示すのかも

Table. 3. Astaxanthin concentration of the muscle of salmons. (2)

| Species* | Fishing date | Fishing station | Sex. | Body-weight (kg) | Body-length (cm) | Moisture† (%) | Crude fat† (%) | Astaxanthin**† (mg %) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O. Nerka | June 20, 1957 | 52°33′N 166°04′E | ♂ | 2.30 | 55.0 | 74.5 | 2.7 | 2.56 |
| | | | ♀ | 2.25 | 55.0 | 68.8 | 7.1 | 3.34 |
| | July 14, 1957 | 52°22′N 161°14′E | ♂ | 2.35 | 55.5 | 72.5 | 6.0 | 3.68 |
| | | | ♀ | 2.35 | 55.0 | 72.2 | 5.3 | 3.70 |
| | July 25, 1957 | 51°12′N 159°57′E | ♂ | 2.30 | 56.5 | 70.7 | 5.8 | 3.82 |
| | | | ♀ | 2.25 | 55.0 | 71.7 | 4.7 | 3.16 |
| O. Kisutch | 〃 | 〃 | ♂ | 2.25 | 55.0 | 71.2 | 5.8 | 1.25 |
| | | | ♀ | 2.25 | 53.0 | 70.0 | 6.1 | 0.89 |
| O. Keta*** | 〃 | 〃 | ♀ | 2.15 | 56.2 | 72.2 | 6.2 | 0.70 |
| | | | ♀ | 2.10 | 55.0 | 73.5 | 3.7 | 0.84 |
| O. Gorbuscha | 〃 | 〃 | ♂ | 1.65 | 51.0 | 73.0 | 4.2 | 0.60 |
| | | | ♀ | 1.70 | 51.5 | 73.1 | 3.7 | 0.41 |
| O. Tschawytscha | 〃 | 〃 | ♂ | 2.65 | 59.4 | 75.7 | 1.4 | 0.94 |
| | | | ♀ | 3.15 | 63.0 | 72.6 | 7.0 | 0.84 |

* These fishes were stored at −20°C for 5～8 months before analysis.
** Determined by the method B.
*** Male individual was not obtained.
† All values are based on fresh muscle.

知れない。何れにせよ真の値はここに得られた値よりもやや高いところにある様に思われるが，この種の定量法としては概ね所期の目的を達し得たと考える。B法は比較的簡易な方法であり，C法は更に簡易化した方法であるが，共に近似した値をを示しているので充分使用に堪えるものと思われ，実際的な価値は寧ろ高い。従つて後のサケ肉色素の定量には B, C 法を採用した。然し特殊な場合例えば缶詰肉，塩蔵肉に於ける如く色素の変化生成物を生じている様な場合，或いは脂肪酸化の著しい様な場合にはA法を適用するのが合理的と思われる。諸種の比較定量に用いたサケ肉は鮮魚を無傷，丸のままグレーズして数ケ月間 −20°C 前後に貯蔵したもので鮮度の状態は可成り良好なものであつた。尤もこの間に於ける褪色等も考えられないこともないが，少くとも相互間の比較は可能と思われる。魚種間の比較ではベニザケの色素含量最も高くギンザケの約3倍，マスノスケ，カラフトマス，シロザケ等の 4～8 倍にも及んでいる。筋肉の部位別では尾部が最も濃厚の様であるが何れにしても各部間の差は小さい。同一魚種では魚体の大きい程色素量の多い傾向がある様に見受けられたが，この点は更に産卵期を中心に季節的変化を追究してみなければ結論し得ないであろう。雌雄別，地域別等との関係は測定例も少く明かでない。両脂肪量をも併せて測定してみたが，これとの間にも有意の相関は認められなかつた。

今後は本法を利用し，諸種加工中の色素変化をも追及したいと思う。

## 要　　約

サケ・マス類筋肉色素の定量法を検討，3種の定量法を案出し，北洋産5種のサケ・マス類の筋肉中のアスタキサンチン含量を測定した。

終りに臨み，本実験に当り，終始御指導を賜わつた松浦文雄教授に衷心より謝意を表する。試料を提供して頂いた大洋漁業株式会社，日魯漁業株式会社，並びに日本水産株式会社に厚く感謝する次第である。尚本研究の一部は文部省科学試験研究費の支出を仰いだ。記して謝意を表する。

## 文　　献

1) D. M. Steven: J. Exptl. Biol., **25**, 369 (1948).
2) 金光庸俊，青江弘： 本誌，**24**, 209 (1958).

# 魚肉ソーセージの研究—Ⅲ.

## 魚肉ソーセージ用ケーシングとしてのライフアン(塩酸ゴム)とクレハロン(ポリビニリデンクロライド)の物理化学的性質について*

上野三郎・橋本 亨・清水 亘
(京都大学農学部水産学教室)

## Studies on Fish Sausage—III.
## On Some Physico-Chemical Properties of a Film of the Ryphan (Rubber Hydrochloride) and the Krehalon (Polyvinyliden Chloride) Used as the Casings of Fish Sausage

Saburo Ueno, Tōru Hasimoto and Wataru Simidu
(Department of Fisheries, Kyoto University)

Some physico-chemical properties of a film of the Ryphan have been compared with those of the Krehalon in reference to the value in being used for the casings of fish sausage, and we have obtained the following results.

1. When the films are heated in hot water, a great deal of chlorine ion is liberated from the Ryphan, but it is not so with the Krehalon.

2. A great deal of chlorine ion is observed to be isolated from the film of either Ryphan or Krehalon when it is exposed to the germicidal lamp, the film coming out dark brown. This phenomenon is more remarkable in the Krehalon.

3. It has been discussed that the discoloration of nitroso-heme in cooked whale meat may be based upon the oxidation, and the Krehalon, which is air-proof, is found preferable to the Ryphan in the prevention of discoloration.

魚肉ソーセージの肉色が貯蔵中に褐変化する現象，所謂褪色が最近問題になつている。この褪色は気温が高いほど激しいので，特に夏季に多く現われ，早急な防止対策が要望されている。

褪色の原因は従来腐敗と関連して考えられていた。もちろん腐敗によつても褪色することがあるが，防腐剤と加熱によつてほとんど完全に防腐したものにも褪色が見られるから，必ずしも細菌の作用とは限らないようである。魚肉ソーセージの一部を黒色紙で被つて貯蔵するとその部分の褪色が遅れるという事実から，光線（特に紫外線）および包装に用いたフィルムから遊離する塩酸の協同作用ではないかとも考えられている。食用色素中には酸や紫外線に弱いものもあるからである。私等は一応フィルムを水中で加熱する時および殺菌燈（主波長 2537 Å. 光化学作用をみるのに必ずしも適当な紫外線源ではないが）を照射した時遊離する塩酸の量を調べてみた。その際フィルムを褐変するので，褐変度を濁度として併せて測定した。

紫外線の光化学作用は肉質表面のみに限られ，遊離された塩酸はただちに肉質の緩衝作用により中和されまた塩酸自体は肉色素の変色を促進しないので[1]，褪色が漸次内部に進行するという事実を塩酸と紫外線の作用に帰することは困難である。魚肉ソーセージの褪色は肉色素と添加食用色素の褪色によるが，食用色素は適当な性質のものを使用することによつて或る程度褪色を阻止できるとしても，肉色素は魚肉ソーセージに不可欠のものであるから肉色素の褪色防止を第一義的に考えて本研究を行つた。私等は肉色素褪色の主因

1958 年 7 月 31 日受理
* 昭和 33 年 4 月 2 日 日本水産学会で講演。

は色素の酸化であり，従ってフィルムの通気性がこれに影響するものと考え，原料肉中の呈赤色物質である nitrosoheme 色素の褪色とフィルムとの関係について試験した。

## 実験および結果

1. 加熱による塩酸の遊離　ライファン（塩酸ゴム）およびクレハロン（ポリ塩化ビニリデン）のフィルムを細く切断し，水と共に共栓三角フラスコに入れ，85°C および 100°C に一定時間加熱し，抽出液の一部をアンモニアで微アルカリ性とした後硝酸で中和し，Mohr[2] 法で全塩素量を求め，抽出液の残部を前性ソーダ標準液で滴定し，塩酸相当の塩素を測定した。

ライファンについての結果を Fig. 1 に示す。加熱温度は高いほど，また加熱時間は長いほど遊離塩素量が増大することが知られる。全塩素量と塩酸塩素量との差は塩酸以外の塩化物によるものと考えられる。クレハロンの場合には遊離塩素イオンは全く検出されなかった。また遊離塩素ガスは同様体も全く検出されなかった。

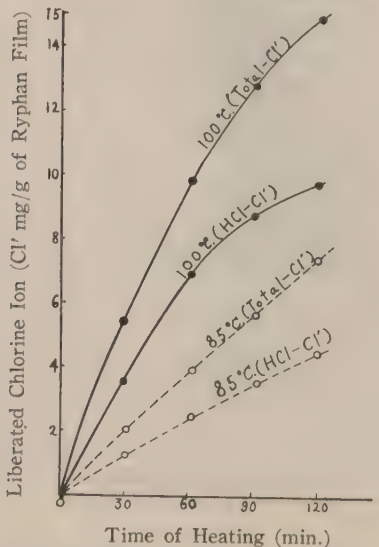



**Fig. 1.** Effect of heating temperature and time on the liberation of chlorine ion from the film of the Ryphan immersed in water.

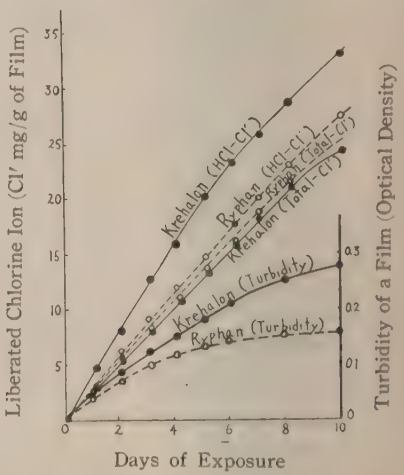



**Fig. 2.** Effect of time exposed to the germicidal lamp on the separation of chlorine ion from the film of the Ryphan and the Krehalon immersed in water, and on the translucency of the film exposed in the air.

2. 殺菌燈照射による塩酸の遊離　円型に切り取ったフィルムをシャーレに張りつけ，深さ 1 cm に蒸溜水を満たし，真上から殺菌燈（マツダ 15 W, GT 1511 型）で照射し（300 $\mu$W/cm²），一定時間毎に液中の塩素イオン量を測定した。Fig. 2 はその結果である。両フィルムとも比較的多量の塩酸を遊離することが認められている。特にクレハロンの場合に多い。全塩素量と塩酸塩素量との間に差があるのは，紫外線による光触媒分解の結果塩酸以外の酸も生成することを示唆する。なおここに検出された程度の塩酸が肉中の色素の褐色に影響するか否かについては次報[1]に報告する。

3. 殺菌燈照射によるフィルムの濁り　フィルムを空気中で 300 $\mu$W/cm² 照度の殺菌燈で一定時間照射した後，あらかじめ水を満した比色計のセルに入れ，Leitz 光電比比色計で filter A を用いて濁度を測定した。結果を Fig. 2 に示す。濁度は 10 日間では最大値を示し，その程度はクレハロンのほうが大きい。また濁度の増大に伴ってフィルムの物理的強度が減ずることが観察された。

4. Nitroso-heme 色素の褪色　原料肉中の hemoglobin および myoglobin は亜硝酸処理により nitroso 化合物となり鮮紅色が固定されるが，これは製品貯蔵中に褐色と黄褐色に変化する。それを観察するためにクジラ肉を使用した。

冷凍クジラ肉に等量の水を加えて磨砕し，肉に対し 0.02% の亜硝酸ソーダと 0.3% のアスコルビン酸を添加して 11°C に1夜放置し，1/5万量のネオフラスキン（ニトロフラゾーンとニトロアクリル酸アミドとの 2: 8 混合物）と1% 寒天を加えて加熱磨砕し，ライファンとクレハロンの容器に分注し，両端を亜麻糸で固くしばり，100°C で1時間殺菌した後冷却し，30°C および 0°C の孵卵器に貯蔵した。一定時間毎にとり出し，各試料を一定温度にするために 11°C の冷水中に 30 分間投入した後白金－飽和塩化カリ寒天橋を挿入して中心部の酸化還元電位を常法[3]により島津 K 2 型精密直流電位差計を用いて測定した。電位は電位差を測定時間に対して plot して電位がほぼ安定した点から決定した。また肉中の nitroso-heme と acid-heme を Hornsey[4] 法で測定した。色素の抽出が完全であるか否かをみるため，同法の示すところにより吸光度の比が nitroso-heme では $\frac{E\,520\,m\mu}{E\,640\,m\mu} = 5.0$ 以上，acid-heme では 1.9 以上であることを確かめた。

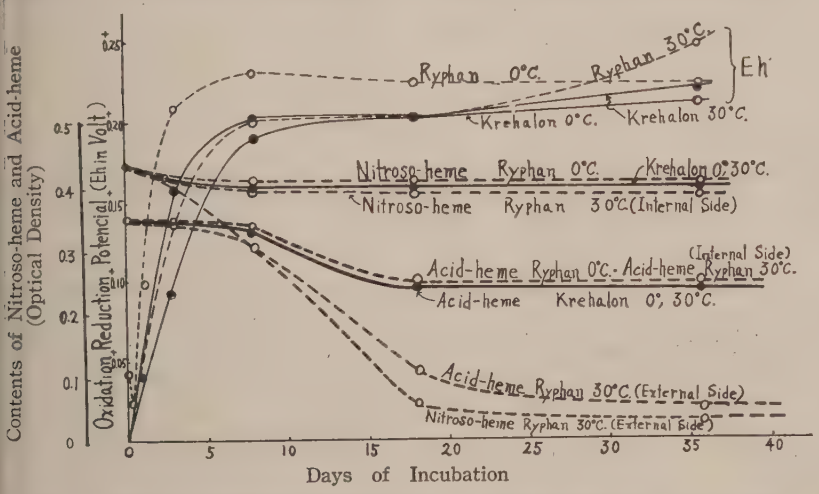



**Fig. 3.** Effect of incubation temperature on oxidation-reduction potential and contents of nitroso-heme and acid-heme in the cooked whale meat which has been packed with casing of the Ryphan and the Krehalon.

結果を Fig. 3 に示す。Eh は貯蔵 20 日め頃までは低温貯蔵のほうが高温貯蔵よりも高いが，これは肉中に残存するアスコルビン酸のためと考えられる。貯蔵後期にアスコルビン酸の大部分が分解されたと推定される頃から高温貯蔵の試料の Eh が増大し始める。これに伴つて褪色も進行している。ライファンを用いた試料の Eh はクレハロンを用いたものよりも常に高いが，これは前者の通気性が大きいためと考えられる[5),6)]。nitroso-heme と acid-heme の量はともにライファンを用いた試料の 30°C に貯蔵したもののみ外側部が3日め頃から急激に減少し始め，36日めには褪色部の厚さが 2～3 mm に及んだ。クレハロンを用いたものおよびライファンを用いたものでも 0°C に貯蔵したものでは著しい変化はなかつた。nitroso-heme 色素の減少度と肉眼的褪色程度とはよく一致し，この方法が肉質の褪色度を測定するのに適当であることが示された。そしてこの実験によつて肉色素の褪色を防止するという面ではクレハロンがライファンに優ることが確かめられた。

この結果は肉色素の褪色は酸化によることを示唆するものであり，ライファンのほうが褪色が速かであるということはその通気性が大きいためであると推定される。また肉色素の褪色は貯蔵温度が高い時程大きいがこれは高温程酸化反応速度が大なるためと考えられる。なお肉質表面の Eh は技術的に測定できないため肉色素の褪色度と Eh の直接的関係は見極められなかつた。

5. 魚肉ソーセージの褪色　クロカワカジキとメバチマグロを原料とし常法により魚肉ソーセージを作り（但し食用色素を添加せず），ライファンとクレハロンの容器に充塡し，0°C, 30°C および 40°C の暗室に貯蔵し，肉眼的に褪色の程度を観察した。結果を Table に示す。

0°C 貯蔵では両フィルムを用いた試料ともに 60 日後でも褪色が全く起らないが，30°C ではライファンの場合 10 日めに外側部の褪色がみとめられ，以後次第に内部に向つて進行する。さらに高温 (40°C) になれば褪色は一層速やかに起り，クレハロンでも 15 日め頃から褪色がみられた。褪色の程度および速度ともにライファンのほうが大である。

**Table** Development of discoloration of fish sausage during incubation at 0°, 30° and 40°C.

| Kind of casing | Incubation temperature °C. | Days of incubation | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 45 | 60 |
| Ryphan | 0 | — | | | — | — | — | | — |
| | 30 | — | E. 1. + I. − | | E. 1.5 + I. − | E. 2. ++ I. ± | E. 2. ++ I. + | | E. 3. ++ I. + |
| | 40 | — | | E. 2. + I. ± | | E. 3. ++ I. + | | E. 4. ++ I. + | E. 4. ++ I. + |
| Krehalon | 0 | — | — | | — | — | — | | — |
| | 30 | — | | | | | | | |
| | 40 | — | | E. 1. ± I. − | | E. 1. + I. ± | | E. 1. ++ I. + | E. 1. ++ I. + |

Abbreviations:—
E. 1. ····Discolored in external side by 1 m/m thickness, I. ····Internal side, Rate of discoloration···· − (no), ± (slight), + (moderate), ++, +++ (strong).

## 考　　察

フィルムを水中で加熱する際クレハロンは全く塩酸を遊離しないにかかわらず，ライファンではかなり多量の塩酸が検出された。これは塩酸とゴム分子との結合が緩いためと考えるよりも，原料ラテックス中の蛋白その他の不純物に吸着されている塩酸が加熱によつて遊離してくることによると考えるほうが妥当である。紫外線の作用については太陽光線の紫外部域を問題にすべきであるが，日照の不定と輻射熱のため一定条件に保ち得ないので殺菌燈の紫外線について実験を行つた。殺菌燈照射によつて両フィルムともに塩酸が遊離されるのは，紫外線によつてハロゲンが活性化されてフィルムの基礎的構造が破壊される結果であろうと考えられる。その結果フィルムが濁り，物理的強度も弱くなるのであろう。その程度はクレハロンの方が大きいように見える。

実験4および5の結果から褪色の主因は nitroso-heme の酸化分解にあることが示唆されたが，これはまたいろいろの面から確かめることができる。例えばアスコルビン酸が褪色を遅延する作用をもつことは既に多くの観察が行われており，実験4においてはそれを窺うことができるが，これは褪色が酸化作用であることを裏づけている。また nitroso-heme は一般酸化剤によつて容易に褪色する事実もあり，魚肉ソーセージの褪色が表面から進行するということなどからも立証される。従つて魚肉ソーセージの褪色がフィルムの通気性と関連することは当然考えられるところである。また貯蔵温度がこれに非常に影響を及ぼすことも注意されねばならない。

## 摘　　要

魚肉ソーセージ用ケーシングとしてのライファンとクレハロンとの性質の一部を比較した。

1. 水中で加熱することによつてライファンは多量の塩素イオンを遊離する。クレハロンは遊離しない。

2. 殺菌燈を照射すると両フィルムとも多量の塩素イオンを遊離し，黒褐色に混濁する。その程度はクレハロンのほうが大きい。

3. nitroso-heme 色素の褪色の原因が酸化であることを考察し，褪色の防止の面ではクレハロンが優ることを明らかにした。

## 文　　献

1) 清水　亘・上野三郎：魚肉ソーセージの研究 IV．（日本水産学会昭和 33 年度秋季大会で発表予定）
2) E.P. TREADWELL and W.T. HALL: Analytical Chemistry, 8th. edition, Vol II, p. 652 (1955).
3) 田中正三郎：電気化学実験法，東京内田老鶴圃，p. 93 (1940).
4) H. C. HORNSEY: J. Sci. Food Agric., **7**, 534 (1956).
5) Modern Plastics Encyclopedia Issue, Filmchart, 806, 807 (1954).
6) 清水　亘・上野三郎・藤田真夫：京大食研報告，**19**, 35 (1957).

# 血合筋肉の化学的研究—XI.

## マグロミオグロビンのアミノ酸組成*

鴻巣章二・橋本周久・松浦文雄
(東京大学農学部)

# Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—XI.

## Amino Acid Composition of Tuna Myoglobin

Shōji Kōnosu, Kanehisa Hashimoto and Fumio Matsuura

Amino acid composition of myoglobin (Mb) of tuna, *Thunnus orientalis*, was determined. The globin, prepared from the thrice-recrystallized Mb, was hydrolyzed with 20 % HCl for 24 hrs. and analyzed by the method of Stein & Moore[7]. The hydrolyzate for tryptophan was prepared after Greene[6] and analyzed similarly. Cystine and/or cysteine were determined by the method of Schram[5]. The elution curves are shown in Fig. 1. The amino acid composition of tuna Mb was shown in Table 1, together with that of hemoglobin (Hb) of tuna, *T. thynnus*[13], and that of mammalian pigments.

Distinct differences were discerned between Mb and Hb of tuna, as seen in the case of horse[11] or human[14]. Most of relative quantitative differences of corresponding amino acids, however, were similar to those observed in the cases of mammalia, except for leucine, methionine, and histidine, etc.

Next the following differences are pointed out by comparing amino acid composition of tuna Mb to that of mammalian Mb's:

(1) Amongst monoamino-monocarboxylic amino acid, alanine is most prevailing in tuna, whereas leucine in mammalia.

(2) Tuna Mb contains one cysteine residue, the absence of which has been reported for mammalian Mb's (cf. Table 1 and Rossi-Fanelli et al.[14]).

(3) In tuna Mb, glutamic acid and basic amino acids are considerably poor.

The percentage distribution of groups in tuna Mb and the others are shown in Table 2. Tuna Mb is scant in free anionic and cationic groups. Accordingly the total of both groups of tuna Mb is less than that of mammalian Mb and rather comparable to its Hb. However, the difference between two groups reveals the more or less basic nature of the globin. The total of polar groups of tuna Mb was found also to be low as the total of ionic groups is, which will account for the relatively low solubility of tuna Mb reported before[2].

先に著者らは魚類のミオグロビン (Mb) が吸収スペクトル[1], 溶解度[2], 電気泳動[3], 熱安定性[4] 等種々の性質に於いてかなり種特異的であることを報じた。魚類 Mb のこれらの特異性は究局に於いてその分子構造に由来することは言を俟たない。そこでこの関係を究明するための一つの手掛かりとしてマグロ Mb のアミノ酸組成をカラムクロマトグラフ法によつて調べたのでその結果を報告する。

### 実験の部

**試料:** ホンマグロの深部血合肉から既報[1] の如き方法で結晶を調製し, 再結晶を3回繰返した。これを少量の蒸溜水に溶解し, 流水に透析することによつて塩類を除去, 常法の如く HCl-acetone の冷溶液中に上記の濃厚 Mb 溶液を滴下して globin と heme とを切断すれば globin のみ絮状に沈澱する。この沈澱を glass filter 上に集め acetone で沪液が全く無色となる迄洗滌, 乾燥して磨砕せるものを供試した。

1958 年 7 月 31 日受理
* 昭和 33 年 7 月 22 日日本水産学会関東支部例会に於いて講演した。

**加水分解**: 常法により 20 % (w/w) HCl 中で 24 時間これを行い，HCl 除去後一定容としてアミノ酸分析に供した。尚 cystine は SCHRAM 法[5] に従い蛋白を performic acid で4時間酸化後，20 % HCl と 20 時間 reflux し，cysteic acid として定量した。又 tryptophan 定量用の alkali 分解は GREENE[6] の方法に従い約 6 N のバリタと 15 ポンドで7時間加圧分解を行つた。

**アミノ酸の定量**: cysteic acid は SCHRAM[5] の方法に従つて分離した (Fig. 1. D)。その他のアミノ酸は STEIN & MOORE 法[7] により分離した (Fig. 1. A, B 及び C)。各アミノ酸は ninhydrin 法[8] により比色定量した。尚アミノ酸の呈色比は別報[9] の通りである。

**全窒素の定量**: Micro DUMAS 法によつた。

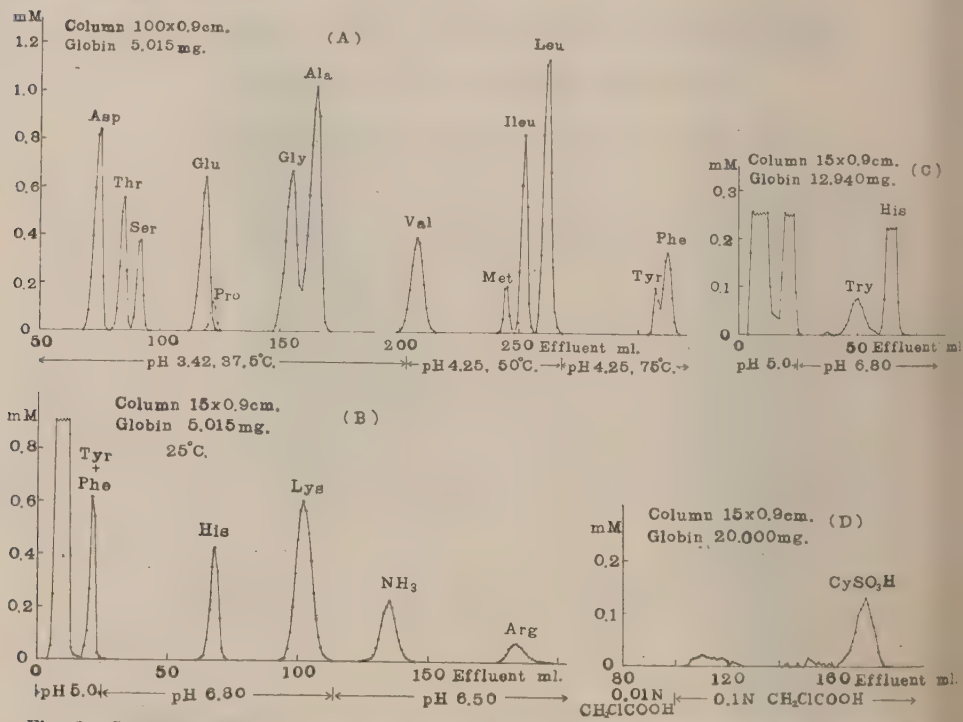



**Fig. 1.** Separation of acidic and neutral amino acids (A), basic amino acids (B), tryptophan (C) from Dowex 50− ×8 column, and cysteic acid (D) from Dowex 2− ×10 column.
An acid hydrolyzate of the globin prepared from tuna Mb was chromatographed for the former two, while an alkali hydrolyzate for tryptophan[6], and an acid hydrolyzate of the oxidized globin for cysteic acid[5].
Ordinates: concentration of amino acid in leucine equivalents (mM).

## 結果と考察

マグロ Mb の globin のアミノ酸分析値を同 Hb 及び二・三の哺乳動物の両色素蛋白の分析値と並べて Table 1 に示す。Mb の分子量はマグロでも哺乳動物と同じく 17,000 程度と考えられる[10]ので，この値に基いて Mb 1 分子中の各アミノ酸残基数を算出して併記した。尚同表中の馬[11]，クジラ[12] の値は従来の電学的定量法，他はカラムクロマトグラフ法によつている。又 Hb の分析[13]に用いられたマグロ (*Thunnus thynnus*) と本研究でのマグロ (*T. orientalis*) とは同一種ではないが頗る近縁のものと思われる。

さて馬[11]，人[14]始め諸種の動物[15,16]について同一種の Mb と Hb とがアミノ酸組成を異にすることは既に種々論議せられて来た処であるが，マグロもこの例に洩れず対応するアミノ酸の含量に有意の差が認められる。即ち Mb には glycine, alanine, leucine, glutamic acid, lysine, histidine 等が多く，serine,

**Table 1.** Amino acid composition of Mb and Hb from tuna and some mammalia (g. amino acid in 100g. protein). Value in parentheses represents number of residues per molecule of Mb (mol. wt. 17,000) and of Hb (mol. wt. 68,000)

| Amino acid | Tuna | | Whale | Horse | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Mb* | Hb[13] | Mb[12] | Mb[11] | Hb[11] |
| Glycine | 6.35(14) | 4.34(38)** | 4.04(9) | 5.85(13) | 5.60(48) |
| Alanine | 11.17(21) | 8.49(63) | 8.46(16) | 7.95(15) | 7.40(54) |
| Valine | 6.07(9) | 7.28(41) | 3.74(5) | 4.09(6) | 9.10(50) |
| Leucine | 12.96(16) | 11.73(59) | 17.96(23) | 13.33(17)† | 15.4 (75) |
| Isoleucine | 7.03(9) | 5.68(29) | | 6.56(9)† | 0 (0) |
| Serine | 2.83(4) | 4.48(28) | 2.69(4) | 3.46(6) | 5.68(35) |
| Threonine | 4.77(7) | 4.38(24) | 4.26(6) | 4.56(7) | 4.36(24) |
| Methionine | 1.70(2) | 2.81(12) | 1.86(2) | 1.71(2) | 1.0 (4.5) |
| ½ Cystine | 0.66(1) | | 0.00(0) | 0 (0) | 1.01(5.5) |
| Aspartic acid | 9.50(12) | 11.18(55) | 6.41(8) | 8.20(10) | 10.60(51) |
| Glutamic acid | 9.65(11) | 6.67(30) | 17.40(20) | 16.48(19) | 8.15(36) |
| Proline | 3.90(6) | 2.40(14) | 2.38(4) | 3.34(5) | 3.9 (22) |
| Phenylalanine | 5.69(6) | 6.37(25) | 3.96(4) | 5.09(5) | 7.9 (33) |
| Tyrosine | 2.18(2) | 4.63(17) | 2.12(2) | 2.4 (2) | 3.03(11) |
| Tryptophan | 1.15(1) | | 2.60(4) | 2.23(2) | 1.70(5) |
| Lysine | 13.00(15) | 8.64(39) | 15.90(19) | 15.50(18) | 8.51(38) |
| Histidine | 5.47(5) | 4.13(18) | 11.12(12) | 8.5 (9) | 8.71(36) |
| Arginine | 2.31(2) | 5.58(21) | 2.24(2) | 2.2 (2) | 3.65(4) |
| Amide $NH_3$ | 1.47(14) | | 0.69(7) | 0.66(8) | 0.93(36) |
| Total§ | 107.85(143) | 98.74(513) | 107.83(140) | 111.58(147) | 106.43(542) |
| Total N (%) | 15.95§§ | | 17.0 | 16.9 | 16.8 |

* Present data.
** Numbers of residues were calculated on the basis of g. amino acid composition[13].
† From BOARDMAN et al.[19]
§ Total number of residues excludes amide $NH_3$.
§§ Cf. Analytical data of air-dried globin: moisture 7.76%, crude ash 0.37%, and total nitrogen 14.66%.

methionine, aspartic acid, phenylalanine, tyrosine, arginine 等が少い。両色素間のこれらの差異の多くは哺乳動物の場合と共通しているが, leucine, methionine, histidine 等共通しないものもあるのを見逃せない。マグロ Mb の globin の全窒素量は 16% 弱であつて他種の Mb 又は Hb よりも 1% も低いがこれは後述の如く主に塩基性アミノ酸含量の低いこと等によるものと思われる。尚本 globin は Fe 等より成る粗灰分 0.40% を含有していた。

次に Mb 相互間を比較すると Table 1 に明かなように馬, クジラ間にはかなりの類似が見られるが, マグロ Mb はこれらの哺乳動物の Mb と若干の点で比較的大きな相異を示している。即ち,

(1) モノアミノモノカルボン酸の中で最も多いのは哺乳動物では leucine であるのに対しマグロでは alanine である。

(2) マグロ Mb には cysteine が 1 ケ存在する。Mb 中の cystine (又は cysteine) の存否については従来も相反した結果が報ぜられ論議の対象とせられて来たが, 比較的最近の報告は何れも Mb がこれらのアミノ酸を欠くことを示している (表中の馬[11], クジラ[12]及び人[14])。更にマグロ (*Thunnus thynnus*) の Mb についてもペーパークロマトグラフ法でこれらのアミノ酸を検知し得なかつたと報ぜられて居り[17]本結果と一致しない。しかし cysteine 残基が 1 に近いこと (0.9) から推してこの結果が cystine 等を多量に含有する何らかの混在蛋白の影響によるものとは考えられない。但しこれがマグロの種類の相異によるという可能性もないとはいえない。

(3) 酸性アミノ酸では glutamic acid の少いことが目立ち, 他種の Mb の半量に過ぎない。

(4) 塩基性アミノ酸の中では lysine, histidine が少い。このため塩基性アミノ酸の総和は他種の Mb の 2/3 に止まる。

**Table 2.** Percentage distribution of groups in Mb's and Hb

| | Tuna | Whale | Horse | |
|---|---|---|---|---|
| | Mb* | Mb** | Mb[11] | Hb[11] |
| Mean residue weight | 107.6 | 112.3 | 112 | 112.5 |
| Total number of residues | 152 | 146 | 146 | 580 |
| Groups: | | | | |
| Free anionic | 5.9 | 14.4 | 14.4 | 9.5 |
| Cationic | 14.5 | 22.6 | 19.8 | 16.2 |
| Total ionic | 20.4 | 37.0 | 34.2 | 25.7 |
| Amide | 9.2 | 4.8 | 5.5 | 6.7 |
| Total polar | 39.5 | 52.7 | 50.0 | 46.8 |
| Total non-polar | 54.6 | 43.2 | 48.0 | 53.1 |

* Present data.
** Data calculated from SCHMID.[12]

以上はマグロ Mb と哺乳動物の Mb との主な相異点であるが他面相互の共通点も少くない。例えば何れの動物に於いても proline, phenylalanine が同数であること，methionine, tyrosine, arginine がこれらの動物種を通じて全く同数であること等である。又総残基数も相似ている。

次に BAILEY[18]の提唱に従つて各アミノ酸をその解離基等に基いて区分し，各 group の分布を求めた (Table 2)。表から明かなようにマグロ Mb は free anionic group も cationic group も哺乳類 Mb に比してかなり少く，特に前者に於いて著しい。これはマグロ Mb に酸性アミノ酸の少い上にその free carboxyl group の 2/3 近くが amide となつていることによる。かくして両 group の和即ち total ionic group は他種の Mb での 30% 台に対しマグロでは僅々 20% に過ぎずこの点稍々哺乳類の Hb と似ている。しかし両 group の差引きでは cationic group が大分残り，このことはマグロ Mb も哺乳動物の Mb と同様に全体として塩基的な性質を持つことを示している。一方 amide は他のどの色素蛋白よりもマグロ Mb が高い値を示す。又 total polar group は哺乳動物の Mb では group 総数の過半を占めるのに対してマグロでは 40% に止まり，この点でも哺乳類の Hb に比肩する。この事実は前述の如く total ionic group の少いことと共に魚Mbの溶解度が比較的低いこと[2]を或る程度説明するものであろう。

## 要　約


1. マグロ Mb のアミノ酸組成をカラムクロマトグラフ法によつて調べた。
2. 哺乳動物と同様にマグロ Mb, Hb の両者間にアミノ酸組成の差異が見られた。
3. 哺乳動物の Mb が cystine (又は cysteine) を全く含まないのに対しマグロ Mb は cysteine 1 ケを含有する。又マグロ Mb には酸性及び塩基性アミノ酸が少い。
4. マグロ Mb は哺乳動物の Mb に比べて ionic group, polar group の分布度が低い。


## 文　献


1) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, **20**, 946 (1955).
2) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, **22**, 408 (1956).
3) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, **23**, 222 (1957).
4) 松浦文雄・橋本周久: 本誌 (投稿中).
5) SCHRAM, E., MOORE, S., & BIGWOOD, E. J.: *Biochem. J.* **57**, 33 (1954).
6) GREENE, R. D., & BLACK, A.: *J. Biol. Chem.* **155**, 1 (1944).
7) STEIN, W. H., & MOORE, S.: *J. Biol. Chem.* **192**, 663 (1951).
8) YEMM, E. W., & COOKING, E. C.: *Analyst* **80**, 209 (1955).
9) 須山三千三・鴻巣章二: 本誌, **23**, 555 (1958).
10) HUYS, J. V.: *Arch. internat. physiol.* **62**, 296 (1954).
11) TRISTRAM, G. R.: "Haemoglobin", BUTTERWORTHS Sci. Publ., London (1949) p. 109.
12) SCHMID, K.: *Helv. Chim. Acta* **32**, 1198 (1949); *Nature* **163**, 481 (1949).
13) DE MARCO, C., & ANTONINI, E.: *Nature* **181**, 1128 (1958).
14) ROSSI-FANELLI, A., CAVALLINI, D., & DE MARCO, C.: *Biochim. Biophys. Acta* **17**, 377 (1955).
15) TIMMER, R., VAN DER HELM, H. J., & HUISMAN, T. H. J.: *Nature* **180**, 230 (1957).
16) VAN DER HELM, H. J., TIMMER, R., & HUISMAN, T. H. J.: *Nature* **180**, 240 (1957).
17) ROSSI-FANELLI, A., ANTONINI, E., & TRASARTI, E.: *Atti accad. nazl. Lincei, Rend. classe sci. fis., mat. et nat.* **20**, 737 (1956).
18) BAILEY, K.: *Biochem. J.* **43**, 271 (1948).
19) BOARDMAN, N. K., & ADAIR, G. S.: *Nature* **177**, 1078 (1956).

# イカ肉の特臭に関する研究—V

## 雨イカの悪臭酸について (II)

山西 貞・梶川靖子
(お茶の水女子大学食品化学教室)

# Studies on the Characteristic Odor of Squid—V

## On the Unpleasant Odorous Acid of Rain Spoilt Dried-squid (II)

Tei Yamanishi and Yasuko Kajikawa

**Synopsis**

We have obtained a waxy and acidic substance with strong offensive odor which is characteristic to rain spoilt dried squid. When the waxy substance was heated at about 160°C, needle like crystalline (I) was formed by sublimation. We reported about (I) having an empirical formula of $C_2H_4O$.

By this experiment, we were able to isolate the another acid as a flat leaf form crystalline by heating at 200°～205°C the residue formed by the process of obtaining (I) from the waxy substance. We found it to be phenylacetic acid (II) by its infrared and ultraviolet spectrums, and by test of mixed melting point. The waxy substance consists of about 70% of (I) and 30% of (II).

## 緒 言

前報[1]において，雨イカの悪臭の主体と考えられる蠟状の固体酸を 160°～165°C に加熱すると針状結晶が昇華して得られ，之は $C_2H_4O$ なる実験式を有するカルボン酸であることを報告した。この際蠟状物質 26 mg より針状結晶（以下之をアメイカ酸 (I) と称ぶ）18 mg が得られ，残渣はなお蠟状の悪臭ある物質であつた。今回はこの残渣の部分について精査し更に一種の悪臭ある葉状結晶（之をアメイカ酸 (II) と称ぶ）を分離し得たので之につき報告する。

## 実 験 の 部

1) 蠟状物質より二種の酸の分離

第 IV 報記載の如くして得られた蠟状悪臭酸を Fig. 1 に示す如き昇華装置に入れ，160°～165°C のオイルバス中に約 2 分間浸した後，放冷すると Fig. 1 の A 部に雨イカ酸 (I) が針状となつて美しく附着する。之を機械的に取り除き，再び装置を 200°～205°C のオイルバス中に浸すと，褐色残渣より油状物質が噴霧状に分離して来てA及びBの上部につく。加熱約 5 分後オイルバスより取出し，放冷すると，油状物質は固化し，白色の鱗片状或いは葉状結晶となる。23 mg の蠟状物質より針状結晶 14 mg 及び葉状結晶 6 mg を得た。

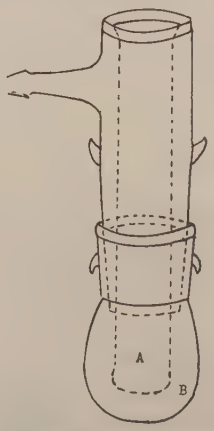



**Fig. 1** Apparatus for sublimation
Note: Tube A is filled with freezing mixture. Volume of B is about 5 *ml*.

1958 年 7 月 31 日受理

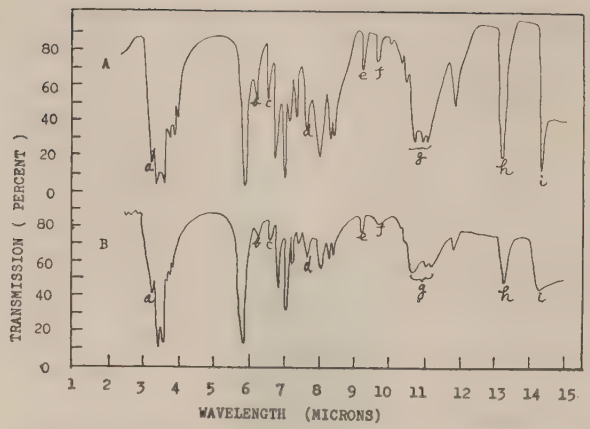



**Fig. 2.** Infrared spectra of the unpleasant odorous acid (II) of rain spoilt dried-squid and phenylacetic acid in nujol mull

Note: A=unpleasant odorous acid (II), B=phenylacetic acid

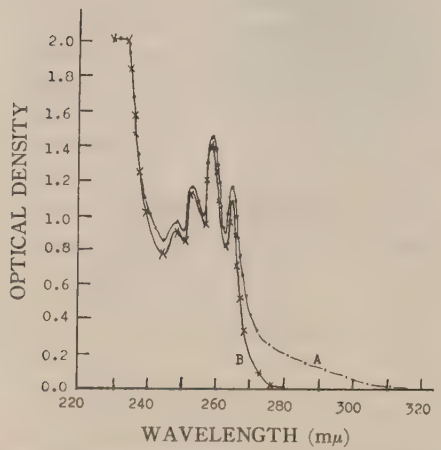



**Fig. 3.** Ultraviolet spectra of the unpleasant odorous acid II of rain spoilt dried-squid and phenylacetic acid

Note: A = unpleasant odorous acid II, B = phenylacetic acid

2) 葉状結晶(雨イカ酸(II))の性質

雨イカ酸(II)は雨イカ酸(I)の臭とネズミの尿臭を兼ねた様な悪臭である。

先ず，赤外線吸収スペクトルで検討した。Fig. 2 に示す如くで，芳香族のカルボン酸であることを知つた。イカ肉蛋白の構成アミノ酸としてフェニルアラニン及びチロシンがある[2]。之等から生成されるカルボン酸としてフェニル酢酸及びオキシフェニル酢酸が考えられる。先ずフェニル酢酸と比較検討した。

Fig. 2 に示す通り，赤外吸収曲線はフェニル酢酸の曲線と全く同波長部に吸収を有している。(この曲線の図中，a は芳香族環状構造中の水素による吸収，b, c はベンゼン核中の二重結合，d, e, f, g はカルボキシル基による吸収，h, i は芳香族の置換基の存在による吸収)

次に紫外部吸収スペクトルをしらべた所，Fig. 3 に示す通りで之も又，フェニル酢酸と全く同波長(248, 252, 258, 264 mμ)の部に 4 ケの吸収極大をボした。

mp. は 76°～76.5°C である。市販の精製フェニル酢酸と混融した所 mp. 75°～75.5°C となつた。(オキシフェニル酢酸は mp. 148°C である。)

純粋のフェニル酢酸はネズミの尿臭と似た臭である。雨イカ酸(II)は之とやや異り寧ろ雨イカ酸(I)の臭に近い。そこで純粋のフェニル酢酸に痕跡程度のアメイカ酸(I)を加えた所，全く雨イカ酸(II)と同じ臭となつた。

以上の諸性質から，雨イカ酸(II)はフェニル酢酸であることが明らかとなつた。

## 総　括

雨イカの悪臭の主体をなす螺状の固体酸より，悪臭強烈な針状結晶(第 IV 報記載；雨イカ酸(I))とやや臭の弱い葉状結晶(雨イカ酸(II))とを得た。後者は赤外線吸収スペクトル，紫外部吸収スペクトル及び混融試験の結果より，フェニル酢酸であることを確認した。螺状の固体酸は約 70% の雨イカ酸(I)と約 30% のフェニル酢酸の混合物と考えられる。

終りに臨み有益な御教示及び御支援を頂いた東海区水産研究所石田博士，北大教授小幡博士並びに多量の試料を御送附頂いた北大教授谷川博士に深甚の謝意を表す。赤外吸収スペクトルは東大農芸化学教室相沢氏にお願した。ここに厚く感謝する。

## 文　献

1) 山西　貞・梶川靖子: 本誌, **23**, 483 (1957).
2) 鴻巣・香取・太田・江口・森: 本誌, **21**, 1163 (1956).

# サケ卵の脂質—I.
## 油脂の成分について

座間宏一・片田宗男・五十嵐久尚
(北海道大学水産学部水産化学教室)

# Egg Lipids of a Salmon, *Oncorhynchus keta*—I.
## Fatty Oils from Salmon Eggs

Koichi Zama, Muneo Katada and Hisanao Igarashi

Unfertilized and fertilized (after 24 hours) salmon eggs were repeatedly extracted with acetone. The acetone extracts were further treated with acetone to yield the fatty oils as acetone-soluble lipids.

The properties of these lipids presented in Table 1 showed no difference between the lipids of both eggs.

Percentage composition of the fatty acids of the fatty oil from unfertilized egg was as follows: saturated $C_{14}$ 4.8, $C_{16}$ 11.1, $C_{18}$ 3.5, and $C_{20}$ 0.5, unsaturated $C_{14}$ 0.2 (−2.0 H), $C_{16}$ 13.2 (−2.5 H), $C_{18}$ 36.2 (−3.0 H), $C_{20}$ 20.1 (−8.5 H), and $C_{22}$ 10.4 (−10.0 H).

The presence of $C_{18}$-alcohols and glyceryl ethers were found besides cholesterol in the unsaponifiable matter.

著者らは水産動物卵の脂質成分の研究として，アブラツノザメ卵[1]，スケトウダラ卵[2]，タラバガニ卵[3]について得た結果を報告してきたが，今回サケ，*Oncorhynchus keta* 卵の発生と脂質の変化について生化学的な研究を行うに先立ち，卵脂質成分の検索を行つたので，その結果について報告する。なおサケ・マス類の卵脂質成分については Lovern[4]による *Salmo solar* 卵油脂の脂肪酸組成，阿武[5]による *O. gorbuscha* の油脂及びレシチン，Kyte[6] による *O. gorbuscha* の油脂の脂肪酸組成の研究があるが，*O. keta* については例をみない。

### 実験・結果及び考察

脂質抽出液などの溶剤溜去，濃縮の如き操作はすべて減圧下炭酸ガス気流中で行つた。沃素価は Wijs 法，ステリンはジギトニン沈澱法，プロビタミンDは外山らの方法[7]によつた。試料としては 11 月下旬に北海道八雲ユーラップ川で捕獲したサケより採取した未受精卵及び受精 24 時間後の卵を用いた。

**(1) 油脂（アセトン可溶性脂肪）の調製**

試料の処理法の概略は Fig. 1 の如くである。未受精卵 2960g (約 11400 粒) を 5 倍量のアセトンで 5 回室温で抽出し，アセトン抽出物よりエーテル可溶物質 310.0g を得た。これを少量のエーテルに溶解，6 倍量のアセトンにより分別することをくりかえしてアセトン可溶部 274.5g を得た。卵のアセトン抽出残渣を減圧乾燥して得た粉末 (1310g) を 5 倍量の 95% エタノールで 5 回抽出して得た抽出物 51.5g を前述の如くアセトンで分別してアセトン可溶部 10.5g を得た。これらを合一した油脂（アセトン可溶性脂肪) 285.0g をそれ以後の実験に供した。受精卵 2360g (約 7900 粒) を未受精卵と同様に処理して油脂 193.5g を得た。

1958 年 8 月 1 日受理

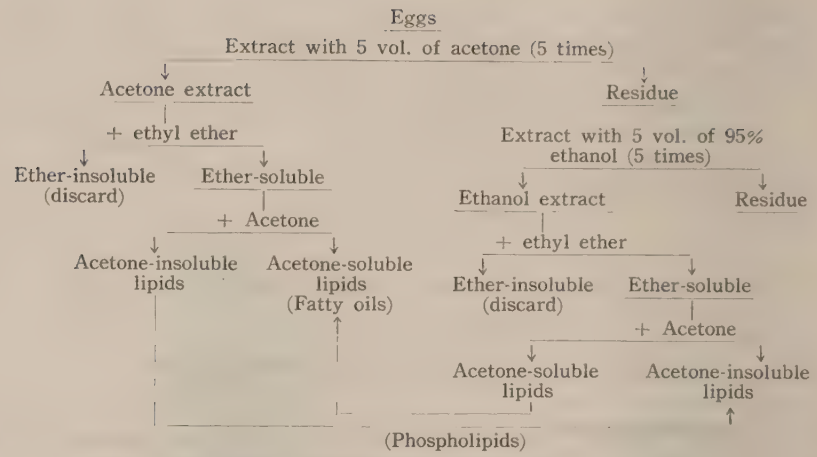



**Fig. 1.** Extraction and fractionation of lipids from salmon eggs.

未受精卵及び受精卵油脂の性状を Table 1 に示す。これらの性状をみるとこの2種の卵の油脂の間には相違がないものと考えられるのでこの後の実験は未受精卵油脂についてのみ行つた。

**Table 1.** Properties of fatty oils.

| | Unfertitized egg | Fertilized egg |
|---|---|---|
| Yield, mg. from individual egg | 25.0 | 24.5 |
| Specific gravity, $d_4^{20}$ | 0.9444 | 0.9455 |
| Refractive index, $n_D^{20}$ | 1.4800 | 1.4826 |
| Acid number | 8.3 | 9.6 |
| Saponification number | 180.3 | 181.5 |
| Iodine number | 179.0 | 180.0 |
| Unsaponifiable matter, % | 4.61 | 4.80 |
| Total sterols, % in unsaponifiable matter | 75.5 | 76.3 |
| Provitamin D, % in total sterols | 2.20 | 2.15 |

**Table 2.** Fatty acids from the fatty oil of unfertilized salmon egg.

| Fatty acids | Yield, % | Neutr. no. | Iodine no. |
|---|---|---|---|
| Mixed | — | 195.5 | 187.4 |
| Solid | 24.5 | 212.3 | 34.0 |
| Lower-unsaturated | 45.0 | 193.4 | 155.7 |
| Higher-unsaturated | 30.5 | 184.0 | 341.1 |

**Table 3.** Fractional distillation of the mixed methyl esters of fatty oil from unfertilized salmon egg.

| Fraction | B.p. °C/2 mm-Hg | Yield g | Yield % | Sapon. no. | Sapon. equiv. | Iodine no. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 135～153 | 3.6 | 4.2 | 221.6 | 253.2 | 40.1 |
| 2 | 153～160 | 3.2 | 4.0 | 218.4 | 256.9 | 42.6 |
| 3 | 160～163 | 9.2 | 10.8 | 208.9 | 268.6 | 65.5 |
| 4 | 163～166 | 5.6 | 6.6 | 207.6 | 270.2 | 69.4 |
| 5 | 166～172 | 5.5 | 6.5 | 197.7 | 283.9 | 82.7 |
| 6 | 172～175 | 9.4 | 11.1 | 188.8 | 297.2 | 103.2 |
| 7 | 175～182 | 8.6 | 10.1 | 187.5 | 299.2 | 112.4 |
| 8 | 182～189 | 6.3 | 7.4 | 187.2 | 299.7 | 120.2 |
| 9 | 189～196 | 8.4 | 9.9 | 181.7 | 308.8 | 242.1 |
| 10 | 196～205 | 9.2 | 10.8 | 174.8 | 321.0 | 316.3 |
| 11 | 205～220 | 5.8 | 6.8 | 173.8 | 322.8 | 332.7 |
| 12 | 220～230 | 2.2 | 2.6 | 173.5 | 323.3 | 338.3 |
| 13 | Residue | 7.7 | 9.1 | 162.7 | 344.8 | — |

### （2） 脂 肪 酸

未受精卵油脂 230g を常法により鹸化，不鹸化物をエーテルで除いた後，混合脂肪酸 185 g を得た。この一部をとり鉛塩－エタノール法により固体酸と液体酸に分別，後者を更にリチウム塩－アセトン法により低度及び高度不飽和酸に分別した。この結果を Table 2 に示す。混合脂肪酸を常法によりメチルエステル（鹸化価 185.2，沃素価 176.6）とし，この 84.9g を精密に分溜して Table 3 の結果を得た。次に各溜分をその 20 倍量のアセトンに溶解，10 倍量の過マンガン酸カリを加えて2時間加熱して不飽和エステルを定量的に酸化分解し酸性物質に変化せしめ，アセトンを溜去，

水を加え亜硫酸ガスで還元し，エーテル抽出した。エーテル溶液は水洗後炭酸カリ溶液で洗つて酸性物質を除き，水洗，乾燥，エーテルを溜去して定量的に飽和酸メチルを得た。その結果を Table 4 に示す。なお，不飽和エステルの諸数値は原エステル及び飽和エステルの収量，鹸化当量及び沃素価から算出した。

上記の結果より計算した混合脂肪酸の組成を Table 5 に示す。比較のために他のサケ類の数値を併記した。

**Table 4.** Saturated and unsaturated esters of the fatty oil from unfertilized salmon egg.

| Fraction | Saturated ester | | | Unsaturated ester | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Yield % | Sapon. equiv. | C no. of acid | Yield % | Sapon. equiv. | Iodine no. | C no. of acid | Unsaturation, −H |
| 1 | 62.7 | 246.3 | 14.3 | 37.3 | 264.6 | 107.5 | 15.8 | 2.2 |
| 2 | 62.5 | 252.1 | 14.7 | 37.5 | 264.6 | 113.6 | 15.8 | 2.4 |
| 3 | 43.1 | 265.7 | 15.7 | 56.9 | 270.7 | 115.1 | 16.2 | 2.5 |
| 4 | 40.5 | 268.1 | 15.8 | 59.5 | 271.7 | 116.6 | 16.3 | 2.5 |
| 5 | 30.7 | 275.0 | 16.3 | 69.3 | 287.8 | 119.3 | 17.4 | 2.7 |
| 6 | 17.0 | 281.7 | 16.8 | 83.0 | 300.4 | 123.3 | 18.3 | 2.9 |
| 7 | 14.0 | 290.1 | 17.4 | 86.0 | 300.5 | 130.7 | 18.3 | 3.1 |
| 8 | 11.2 | 293.5 | 17.6 | 88.8 | 301.3 | 135.1 | 18.4 | 3.2 |
| 9 | 8.5 | 302.3 | 18.3 | 91.5 | 309.4 | 264.6 | 18.4 | 6.5 |
| 10 | 2.5 | 315.4 | 19.2 | 97.5 | 321.1 | 324.4 | 19.2 | 8.2 |
| 11 | 2.0 | 318.8 | 19.4 | 98.0 | 322.9 | 339.5 | 20.2 | 8.6 |
| 12 | 2.0 | 323.7 | 19.8 | 98.0 | 323.3 | 345.2 | 20.4 | 8.8 |
| 13 | 0.0 | — | — | 100.0 | 344.8 | — | 22.0 | — |

**Table 5.** Distribution of acids in fatty oils from salmon eggs (%).

| | O. keta | O. gorbuscha[6] | S. solar[4] | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Maturity | Completely mature | 2.5* | 1** | 2** | 4** |
| $C_{14}$ saturated | 4.8 | 1.8 | 3.1 | 2.9 | 1.8 |
| $C_{16}$ saturated | 11.1 | 8.3 | 16.0 | 13.4 | 13.0 |
| $C_{18}$ saturated | 3.5 | 1.9 | 0.5 | 0.7 | 2.0 |
| $C_{20}$ saturated | 0.5 | — | — | — | — |
| Total saturated | 19.9 | 12.0 | 19.6 | 17.0 | 16.8 |
| $C_{14}$ unsaturated | 0.2(2.0)† | 0.1(2.0) | 0.1(2.0) | 0.4(2.0) | — |
| $C_{16}$ unsaturated | 13.2(2.5) | 5.1(2.0) | 12.6(2.0) | 10.4(2.0) | 9.9(2.0) |
| $C_{18}$ unsaturated | 36.2(3.0) | 31.3(3.6) | 23.7(4.0) | 25.3(3.2) | 36.7(2.9) |
| $C_{20}$ unsaturated | 20.1(8.5) | 31.1(7.3) | 27.2(8.0) | 28.7(7.2) | 21.3(7.6) |
| $C_{22}$ unsaturated | 10.4(10.0) | 14.7(11.8) | 16.8(10.4) | 18.1(11.4) | 15.3(11.1) |
| $C_{24}$ unsaturated | — | 0.2 | — | — | — |
| Total unsaturated | 80.1 | 82.5 | 80.4 | 82.9 | 83.2 |
| Unresolved | — | 5.5 | — | 0.1 | — |

* Maturity in the scale of increasing development from 1 to 4 used by Davidson and Shostrom[8].

** Maturity in the scale of increasing development from 1 to 5 used by Lovern.

† The numbers in parentheses are a measure of the unsaturation and indicate the number of atoms of hydrogen required to saturate the fatty acid.

### (3) 不鹸化物

未受精卵油脂を鹸化した際に得た粗不鹸化物を再鹸化，エーテル抽出して不鹸化物 10.5g を調製した。これを 400cc の熱メタノールに溶解後冷却し，白色の析出物 (m. p. 144～5°) と沪液とにわけた。前者をアセトンから再結，m. p. 145.5～146.5°，コレステリンの反応 (LIEBERMANN-BURCHARD 反応) を呈する結晶 5.4g を得た。沪液を約 100cc に濃縮して冷却，析出物を除き，更に濃縮して赤褐色液状のアルコール区分 2.4g を得た。これをアセチル化し，アルミナ吸着柱 (2×17 cm) を用い溶出クロマトグラフを行つた。この結果を Table 6 に示す。これらの区分で 1～3 は LIEBERMANN-BURCHARD 反応陽性で，コレステリンを主とし，4, 5 はオレイルアルコールを主とする $C_{18}$ アルコール，7, 8 はグリセリンエーテル類よりなることが推測される。

**Table 6.** Chromatographic separation of the acetates of alcohol fraction from the unsaponifiable matter of unfertilized salmon egg.

| Fraction | Eluent, m*l*. | Yield, g. | Sapon. no. | Iodine no. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Petroleum ether, 30 | 0.178 | 104.3 | 70.6 |
| 2 | 〃 30 | 0.444 | 126.7 | 70.5 |
| 3 | Acetone/petroleum ether, (1: 5) 30 | 0.053 | 136.9 | — |
| 4 | 〃 30 | 0.360 | 186.3 | 79.7 |
| 5 | Acetone/petroleum ether, (2: 3) 30 | 0.216 | 181.6 | 68.2 |
| 6 | 〃 30 | 0.058 | 216.3 | — |
| 7 | Methanol, 30 | 0.037 | 245.5 | — |
| 8 | 〃 30 | 0.118 | 279.9 | 40.0 |

## 総　　括

サケ卵の脂質を抽出，分離し，その油脂の成分について検索を行つた。脂肪酸成分は Table 5 の如くで，不鹸化物としてはコレステリンの他，$C_{18}$ アルコール，グリセリンエーテルの存在がみとめられた。

なお，複合脂質成分に関しては次報にゆづる。

試料採取に当り御便宜を賜つた水産庁北海道鮭鱒孵化場渡島支場岸田敏明場長並びに押見幸一技官に厚く感謝の意を表する。本研究費の一部は文部省科学研究費綜合研究“水産生物脂質に関する研究”によつた。

## 文　　献

1) 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男: 農化，**29**, 454 (1955); 本誌，**21**, 244 (1955).
2) 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男: 農化，**30**, 566, 568 (1956).
3) 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男: 本誌，**22**, 358, 363 (1956); 農化，**31**, 4, 8 (1957).
4) J. A. LOVERN: *Biochem. J.*, **28**, 1955 (1934), **30**, 20 (1935).
5) 阿武喜美子: 農化，**16**, 1200 (1940), **23**, 162 (1949).
6) R. M. KYTE: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **33**, 146 (1956).
7) 外山修之・高木　徹: 日化，**75**, 1241 (1954).
8) F. A. DAVIDSON, O. E. SHOSTROM: *U. S. Bur. Fish. Invest.* Rep. No. 33, p. 25 (1937).

# 海藻のビタミンに関する研究—I.
## 葉酸及びフォリン酸

金沢昭夫・柿本大壹
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on the Vitamins of Seaweeds—I.
## Folic Acid and Folinic Acid

Akio Kanazawa and Daiichi Kakimoto

Studying into the folic acid (FA)- and folinic acid (CF)- contents of various seaweeds obtained from the southern sea coast of Japan, the following results were arrived at:

1. Not only in FA content but in CF, no notable specific variations were found between different groups of algae, while some remarkable differences were found rather between different algae belonging to the same group. A highest amount of FA was obtained with *Hydroclathrus clathratus* and a lowest with *Endarachne binghamiae*, the values being 860 mγ/g and 35 mγ/g, respectively. As regards CF content, a maximum value was found for *Ceramium tenerrinum* and a minimum was for *Ectocarpus indicus*, the figures being 930 mγ/g and 12 mγ/g, respectively.

2. It was found likely that in general seaweeds contain much more FA than CF.

3. As to the distribution of the two kinds of "Free form" and "Conjugated form", the former of FA was entirely absent in *Ceramium tenerrinum* and *Gloiopeltis complanata* and no trace of CF in "Free form" was present in *Gracilaria verrucosa*, either of the FA and CF estimated being in "Conjugated form"; but in general seaweeds hold "Conjugated form" much more abundantly than "Free form".

4. In *Porphyra tenera* no considerable seasonal variations were seen in the both factors.

5. In seaweeds autolytic liberation of FA and CF from the conjugated form was scarcely met with. This suggests that the conjugase activity is very weak in these plants.

海藻は一部食用に供され又工業的にも利用されているが，大部分は未利用資源として残されている。これは勿論採取，採培が困難であることも原因しているが，海藻を構成する成分に由来するものと考えられる。しかしながら従来海藻の成分で明らかにされているのは主として一般成分と炭水化物で，その他栄養上重要な微量成分に関しては殆んど報告されておらず海藻資源の価値判断は専ら今後の研究によるものと思われる。本研究では主として食品的価値の一端を明らかにする目的で，ビタミン類含量を検べることにし，今回は先ず葉酸及びその誘導体であるフォリン酸（以下 FA, CF と略記する）について報告する。海藻中の FA 及び CF は Ericson[1] が近年十数種のものについて検べた結果，種類によつて含有量に著しい差異があると報告されている。著者等は本邦南方海域に産する海藻類中の FA 及び CF 含量を測定し，Ericson の指摘した点も再確認することができた。

## 実 験 の 部

**定量法** FA 及び CF の定量は Wieland ら[2], Andrews ら[3], 岩井ら[4][5], 及び平出[6] による *Streptococcus faecalis* 及び *Leuconostoc citrovorum* を用いる Bioassay 法によつた。試料をあらかじめ

1958 年 8 月 1 日受理

100°C, 5 分間加熱処理した後定量した値をそれぞれ遊離型 FA, CF とし，又同一試料を Conjugase で処理後定量した値をそれぞれ FA, CF の総量とし，総量と遊離型量の差を結合型の値とした。

**Conjugase の調製**　FA 及び CF 共に天然物では普通結合型で存在するといわれているが，Bioassay では試料中の遊離型のみが測定されるので Conjugase により遊離化する必要がある。一般に葉酸類の Conjugase としてブタ腎臓，ニワトリ膵臓から濃縮分離したものが活性度高く定量に用いられているが，本研究にも Doctor ら[7]の方法に従いブタ腎臓，ニワトリ膵臓から調製した Conjugase を使用した。その力価はあらかじめ Teropterin からの FA 遊離度を試験した結果，ブタ腎臓から得たもの理論値の 89%，ニワトリ膵臓から得たもの 90.5% の活性を示した。

**試料の調製**　試料は鹿児島県薩摩半島南端長崎鼻及び鹿児島市附近の海岸で採取した新鮮なものを用い次の如く調製した。即ち生葉 10gm に少量の pH 7.0 燐酸緩衝液を加え，ホモジナイズし同緩衝液で全容を 100cc にした後沪過し，その 5cc（生試料 0.5gm に相当）を定量に供した。

## 実験結果及び考察

**I. 海藻中の FA 及び CF 遊離化の吟味**　FA 及び CF の定量には試料中の FA, CF を遊離化させねばならないことは既に述べたが，従来葉酸類の研究は主として陸上動植物に限られており，海藻の例は甚だ少いので先ず遊離化法について吟味を行つた。新鮮なアオノリ 10gm を前記試料の調製法に従い作製した溶液 5cc（生試料 0.5gm 相当）につき，ブタ腎臓，ニワトリ膵臓から得た Conjugase 0.2～2.0cc 及び Cysteine 1～30mg を加え，37°C, 24時間作用させた後遊離化した FA, CF を測定し最高の値を示す条件を求めた。Table 1 はその結果である。

**Table 1.** Available amount of the activator and the conjugase to free folic acid and folinic acid from the conjugated form in a seaweed (*Enteromorpha linza*).

| Activator and conjugase added to 1/2 gram of the seaweed | | | Calculated values (mγ/gm. on fresh matter) | |
|---|---|---|---|---|
| Cysteine | Chick pancreas conjugase | Hog kidney conjugase | FA | CF |
| 0 mg | 0 cc | 0 cc | 6.0 | 2.0 |
| 0 | 1 | 1 | 50.0 | 11.2 |
| 1 | 1 | 1 | 50.3 | 11.4 |
| 2 | 1 | 1 | 51.2 | 11.4 |
| 3 | 1 | 1 | 51.9 | 11.8 |
| 4 | 1 | 1 | 53.1 | 12.0 |
| 5 | 1 | 1 | 56.0 | 12.0 |
| 10 | 1 | 1 | 56.0 | 11.8 |
| 20 | 1 | 1 | 53.8 | 11.7 |
| 30 | 1 | 1 | 50.9 | 11.3 |
| 5 | 0 | 0 | 11.0 | 4.1 |
| 5 | 0.2 | 0.2 | 40.0 | 10.2 |
| 5 | 0.4 | 0.4 | 47.2 | 11.5 |
| 5 | 0.6 | 0.6 | 51.4 | 11.5 |
| 5 | 0.8 | 0.8 | 54.5 | 12.0 |
| 5 | 1.0 | 1.0 | 56.0 | 12.0 |
| 5 | 1.5 | 1.5 | 54.7 | 12.0 |
| 5 | 2.0 | 2.0 | 48.3 | 10.0 |
| 5 | 0 | 1.0 | 32.8 | 6.8 |
| 5 | 1.0 | 0 | 41.0 | 8.1 |

表に示す如く海藻中の FA, CF の定量には新鮮試料 0.5gm に Cysteine 5mg，ブタ腎臓及びニワトリ膵臓より得た Conjugase 各々 1.0cc を加え，37°C, 24時間消化することが望ましく，以下種々の海藻について以上の酵素条件で消化し定量を行つた。

**II. 海藻中の FA 及び CF 含有量**　試料として用いた海藻は緑藻 3 種，褐藻 12 種，紅藻 10 種，合計 25 種類で，各々につき遊離型，結合型及び総量を測定し Table 2 に示す結果を得た。緑藻は僅か三種類のため褐藻，紅藻等と比較検討することは出来ないが，藻類全般をみると FA 及び CF の総量が緑藻のアナアオサ，紅藻のアサクサノリ，ケイギス及びハナフノリを除いてすべて FA 含量が CF 含量に勝る結果を得た。又遊離型，結合型の分布は FA では

**Table 2.** Folic acid- and folinic acid- contents of seaweeds.
(mγ per one gm. of dry matter)

| | Seaweeds | | FA | | | CF | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Free* form | Conju-*** gated form | Total** content | Free* form | Conju-*** gated form | Total** content |
| Chloro-phyceae | アナアオサ | *Ulva pertusa* | 86.4 | 31.8 | 118.2 | 27.2 | 244.8 | 272.0 |
| | ウスバアオノリ | *Enteromorpha linza* | 32.9 | 237.7 | 270.6 | 4.2 | 75.2 | 79.4 |
| | センナリズタ | *Caulerpa racemosa* | 409.5 | 203.7 | 613.2 | 16.1 | 83.9 | 100.0 |
| Phaeophyceae | フクロフノリ | *Colpomenia sinuosa* | 1.8 | 44.2 | 46.0 | 14.0 | 20.0 | 34.0 |
| | ヒジキ | *Hijikia fusiforme* | 168.2 | 50.4 | 218.6 | 29.3 | 10.8 | 40.1 |
| | ハバノリ | *Endarachne binghamiae* | 16.2 | 19.3 | 35.5 | 4.6 | 9.5 | 14.1 |
| | アミジグサ | *Dictyota dichotoma* | 168.3 | 353.1 | 521.4 | 16.2 | 73.8 | 90.0 |
| | カヤモノリ | *Scytosiphon lomentarius* | 231.8 | 74.0 | 305.8 | 25.6 | 61.9 | 87.5 |
| | ナラサモ | *Sargassum nigrifolium* | 124.6 | 124.6 | 249.2 | 107.6 | 90.7 | 198.3 |
| | ウミトラノオ | *Sargassum thunbergii* | 241.6 | 66.6 | 308.2 | 50.0 | 20.8 | 70.8 |
| | ウミウチワ | *Padina arborescens* | 162.0 | 380.4 | 542.4 | 96.5 | 76.9 | 173.4 |
| | イワヒゲ | *Myelophycus caespitosus* | 26.8 | 61.4 | 88.2 | 9.4 | 60.3 | 69.7 |
| | ホンダワラ | *Sargassum fulvellum* | 203.0 | 431.0 | 634.0 | 58.3 | 17.8 | 76.1 |
| | カゴメノリ | *Hydroclathrus clathratus* | 214.2 | 642.9 | 857.1 | 17.8 | 450.0 | 467.8 |
| | ナガミシオミドロ | *Ectocarpus indicus* | 16.3 | 205.0 | 221.3 | 7.3 | 4.9 | 12.2 |
| Rhodophyceae | アサクサノリ | *Porphyra tenera* | 40.0 | 48.3 | 88.3 | 7.9 | 97.5 | 105.4 |
| | マクサ | *Gelidium amansii* | 104.4 | 678.3 | 782.7 | 78.3 | 38.3 | 116.6 |
| | オゴノリ | *Gracilaria verrucosa* | 43.0 | 261.3 | 304.3 | 0 | 65.2 | 65.2 |
| | ケイギス | *Ceramium tenerrinum* | 0 | 210.0 | 210.0 | 194.8 | 737.6 | 932.4 |
| | ミツデソゾ | *Laurencia okamurai* | 551.2 | 211.9 | 763.1 | 19·7 | 169.3 | 189.0 |
| | マフノリ | *Gloiopeltis tenax* | 111.5 | 565.4 | 676.9 | 11.5 | 53.5 | 65.0 |
| | カバノリ | *Gracilaria textorii* | 291.6 | 377.1 | 668.7 | 30.5 | 222.9 | 253.4 |
| | カイノリ | *Gigartina intermedia* | 157.1 | 164.1 | 321.2 | 4.4 | 191.7 | 196.1 |
| | アヤニシキ | *Martensia denticulata* | 119.0 | 8.5 | 127.5 | 20.4 | 5.1 | 25.5 |
| | ハナフノリ | *Gloiopeltis complanata* | 0 | 59.5 | 59.5 | 59.5 | 34.3 | 93.8 |

* Determined after heating samples in boiling water bath for 5 minutes.
** Determined after incubating samples with hog kidney, chick pancreas conjugase solution and cysteine at 37°C for 24 hours.
*** Conjugated form indicates the values of total content minus free form.

ケイギス，ハナフノリ，CF ではオゴノリに遊離型が全く存在せずすべて結合型として測定されたが，概して結合型が遊離型よりも多量に存在する。又各藻類中の FA, CF 含量を比較すると種類による差異が著しく，FA ではハバノリが最低で 35.5 mγ/gm，カゴメノリが最高で 857.1 mγ/gm，CF ではナガミシオミドロが 12.2 mγ/gm に対しケイギスが 932.4 mγ/gm でこの点 ERICSON の報告とも一致している。このような藻類の種類による甚だしい差異は各藻類に個有のものか，時期的に変化するものか，或いは藻体の部位によるものかについては不明であるが今後更に研究を続けて明らかにする予定である。又藻類中比較的含有量の高いものでは陸上植物で高含量として知られている数種のもの，例えばキャベツ[4] FA 1900 mγ/gm, CF 410 mγ/gm，トマト[8] FA 360 mγ/gm，ホーレンソウ[4] FA 2400 mγ/gm, CF 1240 mγ/gm，大根葉[4] FA 1000 mγ/gm, CF 590 mγ/gm などに比べ損色のないことが解る。

**III. アサクサノリに於ける FA 及び CF の時期的消長**　上記の如く海藻類はその種類によつて FA,

CF 共に含有量に著しい差異が認められるが，海藻類がその成長時或いは時期によつて含量の変化を示すものであるか否かを知るため，1957 年 11 月より 1958 年 3 月に亘る 5 ヶ月間鹿児島市与次郎ヶ浜海岸場で採摘したアサクサノリにつき FA, CF 含量を測定した結果は Table 3 の通りである。

**Table 3.** Seasonal variation of folic acid- and folinic acid-content in *Porphyra tenera*. (mγ per one gm. of dry matter)

| Date | FA | | | CF | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Free form* | Conjugated*** form | Total** content | Free form* | Conjugated*** form | Total** content |
| Dec. 18 | 37.2 | 53.8 | 91.0 | 7.3 | 92.3 | 99.6 |
| Jan. 20 | 40.0 | 48.3 | 88.3 | 7.9 | 97.5 | 105.4 |
| Feb. 4 | 38.7 | 51.4 | 90.1 | 8.2 | 90.3 | 98.5 |
| Feb. 20 | 44.5 | 41.8 | 86.3 | 8.4 | 88.1 | 96.5 |
| Mar. 7 | 42.0 | 42.9 | 84.9 | 8.9 | 82.0 | 90.9 |

* Determined after heating samples in boiling water bath for 5 minutes.
** Determined after incubating samples with hog kidney, chick pancreas conjugase solution and cysteine at 37°C for 24 hours.
*** Conjugated form indicates the values of total content minus free form.

表で示した如くアサクサノリは成育過程によつて FA, CF 含有量は殆んど増減しないことがわかつた。

**IV. アサクサノリの自己融解による FA 及び CF 遊離度**　FA, CF 共に Conjugase については既に動物の組織並に各器官に広く分布[2),9),10),11)]していることが知られ，更に陸上植物でも岩井ら[4),12),13),14)]によつて報告されているが，本研究は海藻中の Conjugase 活性度を明らかにするため，アサクサノリを用い 6, 12, 24, 48 及び 72 時間自己融解した場合遊離する FA, CF 量を測定し，既に Conjugase として広く知られているブタ腎臓，ニワトリ膵臓から調製した前記酵素液による遊離効果とを比較した。その結果は Fig. 1 の通りである。

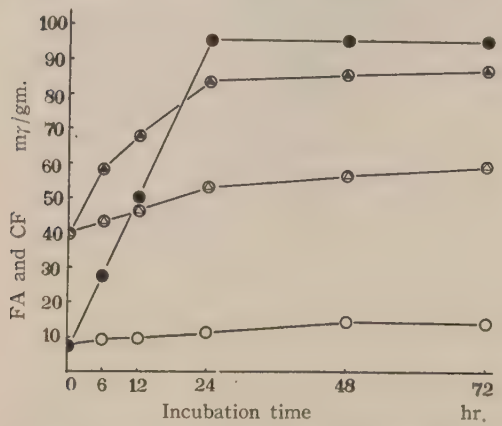



**Fig. 1.** Variation of folic acid and folinic acid liberated from seaweed by conjugase action and by autolysis for 72 hours.
—●— … CF liberated by hog kidney and chick pancreas conjugase
—▲— … FA liberated by hog kidney and chick pancreas conjugase
—○— … CF liberated by autolysis
—△— … FA liberated by autolysis

図の如くアサクサノリでは FA は培養 24 時間で添加 Conjugase によつて 42 mγ 遊離されたのに対し，自己融解では 8 mγ であり，添加 Conjugase の活性を 100 とすれば 21.4%，又 72 時間では 35.7% である。CF は 24 時間で添加 Conjugase により 86 mγ 遊離され，自己融解では僅かに 4 mγ 遊離されたに過ぎない。添加 Conjugase 100 に対し 4.6%, 72 時間後で 7% である。即ち海藻（アサクサノリ）中に存在する FA, CF Conjugase は共に極めて活性が低い結果を得た。なお他の海藻類に就いても今後研究し後日報告の予定である。

## 要　約

本邦南方海域で採摘した海藻 25 種中の FA, CF 含量を測定し次の結果を得た。

1. FA, CF 含量共に緑藻，褐藻，紅藻等の如き群間の相違は認められず，又各藻類の間では含有量に大なる相違が認められた。25 種中 FA の最高はカゴメノリで 860 mγ/gm，最低はハバノリの 35 mγ/gm であり，CF の最高はケイギスの 930 mγ/gm，最低はシオミドロの 12 mγ/gm である。
2. 海藻類では一般に FA 含量が CF 含量に比べて高い。
3. 遊離型，結合型の分布は FA ではケイギス，ハナフノリ，CF ではオゴノリに遊離型は全く見られず全て結合型として測定されたが，概して結合型が遊離型よりも多量に存在する。
4. アサクサノリの自己融解によつて遊離する FA, CF は極めて少なく，Conjugase 活性度が低いと思われる。

終りに臨み研究の御指導を賜つた本学柏田研一教授，海藻採摘及び分類上の御教示を賜つた田中剛教授，野沢治治講師，実験に協力された奥野茂樹君に深謝の意を表す。

## 文　　献


1) L. E. Ericson: *Arkiv Kemi*, **6**, 503 (1953).
2) O. P. Wieland, B. L. Hutchings, J. H. Williams: *Arch. Biochem. Biophys.*, **40**, 205 (1952).
3) M. M. Andrews, B. S. Schweigert: *Ibid.*, **44**, 165 (1953).
4) 岩井和夫・吉田忠智・近藤金助: 京大食糧科学研究所報告, (13), 80, 90 (1954).
5) 岩井和夫: ビタミン, **10**, 372 (1956).
6) 平出　典: ビタミン, **10**, 247 (1956).
7) V. M. Doctor, J. R. Couch: *J. Biol. Chem.*, **200**, 223 (1953).
8) 東大農学部醱酵学教室編: 醱酵学の進歩, 第1集, (1950), p. 199, 産業図書.
9) C. H. Hill, M. L. Scott: *J. Biol. Chem.*, **189**, 651 (1951).
10) C. H. Hill, M. L. Scott: *Ibid.*, **196**, 189 (1952).
11) C. H. Hill, M. L. Scott: *Ibid.*, **196**, 195 (1952).
12) 岩井和夫: 京大食糧科学研究所報告, (17), 37 (1955).
13) K. Iwai: *Mem. Res. Inst. Food Sci., Kyoto Univ.*, No. 13, 1 (1957).
14) K. Iwai, S. Nakagawa: *Ibid.*, No. 13, 10 (1957).

# 鯨油の研究—XIII.

## ツチクジラ皮油の不鹸化物成分

佐伯誠道・方士珍・森高次郎
(東京大学農学部)

# Studies on the Whale Oil—XIII.

## The Composition of Fatty Alcohols in the Pacific Beaked Whale Blubber Oil.

Masamichi Saiki, Shin-chen Fang and Takajiro Mori

The quantitative composition of fatty alcohols in the blubber oil of a pacific beaked whale, *Berardius bairdii*, was determined (Table 6). In this analysis, alcohols were previously fractionated before fractional distillation by the Urea adduct-MeOH method[3)4)] (unsaponifiable matter: urea: solvent = 1:2:20), which was very effective to separate octadecenol(Tables 3 and 6).

The saturated and unsaturated alcohols were found to be 38 % and 62 % respectively, and the latter is almost entirely consisted of monoethenoid alcohols by the oxidation method with $KMnO_4$ in acetone solution. The fatty alcohols are mainly composed of octadecenol (53 %) and octadecanol (27 %), and the presence of such a large quantity of octadecanol has not been so far reported on marine animal oils.

## 緒　　言

ツチクジラの皮油，骨油は不鹸化物量多く，この点においてマッコウクジラ油に類似していることは，先に報告した如くである[1)]。ツチクジラ油の不鹸化物に関しては外山，石川[2)]らの研究があり，ミリスチルアルコールとゾーマリルアルコールの存在が報告されているが，その成分の定量的研究は見当らない。筆者らは尿素附加体生成による分別[3),4)]と減圧分別蒸溜とを組合せて，ツチクジラの皮油の不鹸化物組成を調べた。

## 実験および結果

**試料**　1952 年 6 月三宅島北東 20 マイルにて捕獲された雌の体長 34 フィートのツチクジラ *Berardius bairdii* から得たブラッバーから，煮取法により皮油を採油した。試料皮油の性質は Table 1 の通りである。供試皮油を常法によつて 2N-苛性カリ・アルコール溶液にて鹸化し，不鹸化物をエーテル抽出した。その皮油不鹸化物の性質は Table 2 の如くである。

**Table 1.** Properties of the pacific beaked whale blubber oil.

| | |
|---|---|
| Appearance (11°C) | Pale yellow. Solid is deposited. |
| Specific gravity | $d_4^{30}$ 0.8748 |
| Refractive index | $N_D^{40}$ 1.4560 |
| Acid value | 0.3 |
| Saponification value | 123.2 |
| Iodine value | 87.4 |
| Unsaponifiable matter | 40.05% |

**Table 2.** Properties of unsaponifiable matter of the pacific beaked whale blubber oil.

| | |
|---|---|
| Refractive index | $N_D^{40}$ 1.4470 |
| Iodine value | 64.41 |
| Hydrocarbon* | 0.5% |
| Sterol** | 0.3% |

* A. O. A. C. method.
** Digitonid method.

1958 年 8 月 1 日受理

**Table 3.** Fatty alcohols separated by urea adduct-MeOH method.

| Fatty alcohols | Yield | | Iodine value | Refractive index $[N_D^{50}]$ |
|---|---|---|---|---|
| | g. | % | | |
| Insoluble fraction | 30.65 | 24.4 | 25.5 | 1.4390 |
| Soluble fraction | 94.90 | 75.6 | 71.8 | 1.4520 |

**Table 4.** Fractional distillation of acetate of fatty alcohols from the insoluble fraction.
Pressure....2 mm. Hg,
Column ....Widmer column (Height: 33 cm.)

| Fraction | Boiling point °C. | Yield | | Iodine | Sapon. value | Refractive index $N_D^{40}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g. | % | | | |
| S-1 | –150.0 | 2.942 | 12.0 | 7.3 | 188.7 | 1.4308 |
| S-2 | 150.0–155.0 | 4.901 | 20.0 | 11.7 | 181.0 | 1.4310 |
| S-3 | 155.0–160.0 | 5.882 | 24.0 | 17.8 | 180.7 | 1.4320 |
| S-4 | 160.0–163.0 | 4.438 | 18.1 | 25.5 | 175.6 | 1.4340 |
| S-5 | 163.0–167.0 | 4.075 | 16.6 | 37.2 | 174.2 | 1.4375 |
| S-6 | 167.0– | 0.983 | 4.0 | 59.2 | 174.2 | 1.4438 |
| S-R | — | 1.292 | 5.3 | — | — | — |
| | | 24.513 | 100.0 | | | |

**Table 5.** Fractional distillation of acetate of fatty alcohols from the soluble fraction.
Pressure....3 mm. Hg,
Column ....Widmer column (Height: 33 cm.)

| Fraction | Boiling point °C. | Yield | | Iodine value | Sapon. value | Refractive index $N_D^{14.5}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g. | % | | | |
| L-1 | –168.0 | 1.484 | 2.06 | 31.9 | 190.4 | 1.4410 |
| L-2 | 168.0–170.0 | 2.045 | 2.85 | 27.1 | 194.4 | 1.4421 |
| L-3 | 170.0–180.0 | 2.264 | 3.15 | 28.1 | 193.5 | 1.4429 |
| L-4 | 180.0–181.0 | 3.473 | 4.83 | 47.0 | 187.1 | 1.4440 |
| L-5 | 181.0–181.0 | 23.316 | 32.45 | 59.4 | 183.1 | 1.4460 |
| L-6 | 181.0–181.0 | 17.940 | 24.97 | 70.4 | 184.4 | 1.4480 |
| L-7 | 181.0–194.0 | 3.546 | 4.94 | 75.8 | 180.8 | 1.4490 |
| L-8 | 194.0–196.0 | 2.736 | 3.81 | 76.8 | 181.0 | 1.4500 |
| L-9 | 196.0– | 9.543 | 13.28 | 79.1 | 181.5 | 1.4528 |
| L-R | — | 5.506 | 7.66 | — | — | 1.4737 |
| | | 71.844 | 100.00 | | | |

**尿素附加体生成による分別**　上記の皮油アルコール不鹸化物 125.55 g を取り，20 倍量のメタノールと 2 倍量の尿素を加えて湯浴上で加温し，全体が透明になつた後放冷すると白色針状の尿素附加体が析出してくる。一夜放置後沪過し結晶部と沪液部を得た。結晶部に 10 倍量の水を加え煮沸した後エーテル抽出を行い結晶部アルコール 30.65 g を得た。一方沪液部はメタノールを溜去後同様に処理して沪液部アルコール 94.90 g を得た。両画分の性状を Table 3 に示した。

**アセチル化物の分別減圧蒸溜**　上記の両画分をアセテートに導き，ニクロム線を巻いたウイッドマー精溜管を用いて温度調節を行いつつ減圧分別蒸溜を行つた。その蒸溜成績は Table 4, 5 の如くである。

**成分の計算**　分溜による各画分の沃素価から，不飽和アルコールは主としてモノエセノイドアルコールから成ると推測された。これを検討するため次の実験を行つた。L-6 画分 4.0611 g を 10 倍量の精製アセトンに溶解し，4 倍量の $KMnO_4$ の微粉末を少量ずつ約 1 時間を要し添加した後，炭酸ガスを吹込みながら 6 時間逆流冷却器を附して煮沸した。かくして，不飽和アルコールを酸化分解せしめ，次にアセトンを溜去した後，水を加え，次いで硫酸々性 $NaHSO_3$ 溶液を注加して $KMnO_4$ および $MnO_2$ を還元し溶解させる。この溶液を n-ヘキサンで抽出し，抽出液を 20 % 食塩水，次いで 20 % $K_2CO_3$ 溶液で充分洗滌した後，水洗，脱水の後 n-ヘキサンを溜去し飽和アルコールのアセテート 0.6260 g を得た。仮に L-6 画分の不飽和アルコールがモノエセノイドのみであるとすると，沃素価から算出した L-6 画分 4.0611 g 中の飽和

アルコールアセテートの量は 0.6339 g である。すなわち，収量は計算量の 98.7 % であつた。L-5 についてもほぼ同様の結果を得た。この結果は二重結合 2 個以上の不飽和アルコールは存在しても極めて少量であることを示しており，前記の推測を裏づけている。

次に本試料について各画分共飽和アルコールおよびモノエセノイドアルコールから成るとの仮定のもとに，各画分の鹸化価，沃素価よりツチクジラ皮油アルコールの成分を算出した[5]。その結果は Table 6 の通りである。

**Table 6.** Composition of the fatty alcohols of the blubber oil from the pacific beaked whale.

| | | Fatty alcohols from Urea adduct in MeOH | | Composition |
|---|---|---|---|---|
| | | Insoluble fraction | Soluble fraction | |
| Saturated alcohols | $C_{16}$ | 2 | 7 | 9 |
| | $C_{18}$ | 14 | 13 | 27 } 38 |
| | $C_{20}$ | 2 | — | 2 |
| Unsaturated alcohols | $C_{16}$ | — | 7 | 7 |
| | $C_{18}$ | 4 | 49 | 53 } 62 |
| | $C_{20}$ | 2 | — | 2 |
| | | 24 | 76 | 100 |

## 摘　　要

尿素附加物生成による高級アルコールの分離は，オクタデセノールの分別にはかなり有効であるといえる。

ツチクジラ皮油アルコールは飽和アルコール 38 %，不飽和アルコール 62 % よりなる。飽和アルコールはオクタデカノールが主成分でヘキサデカノールがこれにつぎ，微量のエイコサノールを含む如くである。不飽和アルコールは大部分がオクタデセノールより成り，少量のヘキサデセノールおよび微量のエイコセノールを含んでいると考えられる。

HILDITCH, LOVERN ら[6] の報告によると，マッコウクジラ皮油アルコールは 66 % がオクタデセノール，25 % がヘキサデカノールで，オクタデカノールは僅かに 1 % にすぎない。本報のツチクジラ皮油では，オクタデセノールが主成分 (53 %) であることはマッコウクジラ皮油と同様であるが，オクタデカノールが著しく多く，27 % を占め，ヘキサデカノールが少く 9 % しか存しないことはマッコウクジラ皮油と異つている。

本研究は昭和 32 年度文部省科学研究費（各個研究）によつてなされた研究の一部である。

## 文　　献

1) 佐伯誠道・森高次郎: 本誌, **18** (6), 269 (1952).
2) 外山修之・石川得三: 日化, **59**, 1193 (1938).
3) W. T. ZIMMERSHIED, *et al.*: Ind. Eng. Chem., **42**, 1300 (1950).
4) 阿部芳郎・渡辺昭一郎: 油化協, **6** (5), 267 (1957).
5) 大倉俊一・森幹男・広井治: 日水研報, **8**, 95 (1957).
6) T. P. HILDITCH and J. A. LOVERN: J. Soc. Chem. Ind., **47**, 359, 365 (1929).

# テトラサイクリン類による処理が加工食品の品質に及ぼす効果--I.

## クロルテトラサイクリン処理のイワシ及びサバ塩蔵に対する効果及び塩蔵中における残存量の変化

富山哲夫・杉谷徹
(九州大学農学部水産化学教室)

# Effectiveness of Tetracyclines Treatment on Quality Improvement of Processed Foods—I.

## Effect of chlortetracycline (CTC) treatment on quality of salt sardine and salt mackerel, and change in CTC residue during salting

Tetuo Tomiyama and Tohru Sugitani

In brine salting of sardine, the addition of a 10-ppm level of CTC to a 10% brine was capable of preventing the fish from spoilage for two days at 20°C. An excellent quality of salt sardine was obtained when the fish was dipped for one hour in a CTC (20 ppm)-brine prior to the dry salting. In both the brine salting and the dry salting of sardine it was found that the CTC treatment could reduce the necessary amount of salt to one-half as much.

The decrease in CTC content of brine as well as tissue during the brine salting of mackerel took place linearly with time of dipping. The CTC residue of the dry salt sardine after a 4-day storage at room temperature was found only 0.03 to 0.17 ppm.

水産統計によると，わが国における 1955 年の塩蔵品生産量は 173,000 トンであり，加工品生産量のうちで煉製品につぎ第二位を占めている。それにも関らず塩蔵品の品質向上のための技術は貧困であつて，ただ最近に油脂の抗酸化剤の導入が実施され始めたに過ぎない。近来都市生活者には一般に薄塩の塩蔵品が好まれる傾向にあるのに対し，塩蔵品には塩戻しを必要とする程の多量の食塩を用いている。

薄塩のものを食塩量を減らすことだけで製造することは勿論困難であるが，もし他の適当な静菌剤を併用できれば，この薄塩製品をつくることは容易であろう。他方，一般に塩蔵品の品質は，油の酸敗による品質低下を除くと，塩が充分に滲透する迄の塩蔵初期における変敗によつて決定されるようである。従つて低温に保持する以外に適当な静菌剤を併用すれば，品質の向上に対し有効であることは疑いない。

本研究では種々の濃度のクロルテトラサイクリン (CTC と略記) を種々の濃度の食塩と組合せて，立塩法及び撒塩法による塩蔵工程に応用し，塩蔵品の品質向上及び用塩量の低下に対してどの程度の効果があるか，また塩蔵中における CTC の浸透及び破壊はどの程度であるかについて定量的な検討を行つた。

### 研究方法

1) 研究材料　原料魚：鮮度のよい市販のホンサバ及びマイワシを用いた。サバでは開腹して鰓と共に内臓を除き，イワシでは内臓のみを除き，水洗してから塩蔵処理を行つた。CTC：日本レダリーの医薬用純末 CTC 塩酸塩（純度 97%）を用いた。食塩：粗製塩を使用した。その石灰及び苦土含量はそれぞれ 129

1958 年 8 月 1 日受理

mg % 及び 61 mg % であつた。

2) 塩蔵方法　立塩法：5～15% の食塩水を使用し，この食塩水と内臓抜き魚体との割合は常に 2：1 とした。撒塩法：種々の濃度の CTC を含む 5% 食塩水に魚体を 1 時間浸漬した後に充分水切りし，次に原料魚に対し 5～20% の食塩をぬりつけてから簀の子の上に並べて飽和湿度をもつ 20°C の室内に自然乾燥した。

3) CTC 定量法　富山等の改良 pad plate 法[1] 或は改良 cylinder plate 法[2] によつて定量した。魚体の場合には試料の 4 倍量の citrate-acetone 抽出剤で抽出した後に pH 5.6 の citrate-acetone 稀釈剤で適当に稀釈して検定した。浸漬食塩水中の CTC の定量には pH 5.6 の稀釈剤で適当に稀釈したものを検定にかけた。

4) 揮発性塩基窒素（VBN と略記）の定量　試料を三塩化酢酸で除蛋白した後に富山・原田の高温減圧蒸溜法[3] により定量した。

## 研究結果

### 1. CTC を含む食塩水でイワシを立塩漬した時の鮮度保持効果

体重 65～80 g のマイワシを内臓除去及び水洗した後，CTC を 10 ppm 含む 5%，10% 及び 15% の食塩水にそれぞれ浸漬したまま 20°C の恒温器に放置した。放置中の肉及び浸漬液の VBN を測定した結果は Table 1 の通りである。肉中の VBN は浸漬中に液内へ拡散するために魚体の官能検査結果と必ずしも平行しないが，浸漬液の VBN は魚体の官能検査とよく平行している。CTC を含まない対照群をみると，5% 食塩区は食塩を含まない区よりも速に腐敗し始め，1 日後には明かに腐臭を示した。10% 食塩区は 1 日後には変化を示さなかつたが，2 日後には腐臭を示すに至つた。他方 5% 食塩水に 10 ppm の CTC を添加した区では 2 日後にも腐敗がかなりよく抑えられ，CTC を含まない 10% 食塩区よりも優つていた。食塩 10% で CTC 10 ppm を含む区では 2 日後にも腐敗の徴候は全く認められなかつたし，また浸漬液も透明であつた。これらの結果をみると，CTC を 10 ppm 添加すれば，食塩量は 1/2 で足りることが分る。

**Table 1.** Change in volatile bases nitrogen during brine salting of sardine, 65～80 g in body weight

| Brine | | 1-day dip | | | | | 2-day dip | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fish | | | Dip brine | | Fish | | | Dip brine | |
| Salt % | CTC mcg per cc | VBN mg% | putrid odor | appearance | VBN mg% | turbidity | VBN mg% | putrid odor | | VBN mg% | turbidity |
| 0 | 0 | 14 | + | red eye | 9.6 | + | 24 | ||| 28 | ||| |
| 0 | 10 | 10 | − | discolor | 5.7 | − | 24 | ## | | 22 | ## |
| 5 | 0 | 17 | ## | red eye | 16 | ## | 42 | ||| 51 | ||| |
| 5 | 10 | | − | good | | − | 14 | + | | 18 | + |
| 10 | 0 | | − | 〃 | | − | 24 | ## | | 24 | ## |
| 10 | 10 | | − | 〃 | | − | 12 | − | | 9.8 | − |
| 15 | 0 | | − | 〃 | | − | 18 | − | | 11 | + |
| 15 | 10 | | − | 〃 | | − | 9 | − | | 8.6 | − |

### 2. イワシを CTC 液に予備浸漬後に撒塩塩蔵した場合の鮮度保持効果及び CTC 残存量

体重 90～110 g のマイワシを内臓除去及び水洗した後，5 ppm 及び 20 ppm の CTC を含む 5% 食塩液に室温で 1 時間浸漬，次に水切りしてから原料魚の 5%，10% 及び 20% の撒塩を行つた。これらを前実験法の項に記載した条件で放置し，官能検査，VBN 及び CTC 含量の変化を求めた。CTC の浸透量及び 4 日間放置後の残存量を cylinder plate 法で定量した結果は Table 2 に示してある。即ち残存量は極めて微量で，1 時間浸漬処理で浸透した CTC 量が 4 日間に約 1/10 以下に減少した。一般に塩蔵品は生食しないので，調理をかけると，この微量は完全に破壊されるであろう。官能検査の結果は VBN の値とよく平行し

**Table 2.** CTC residue after a 4-day storage of dry salt sardine with a previous CTC-dip

| Salt % of fish | CTC mcg /cc | After 1-hour dip mcg/g | After a 4-day storage at 20°C. mcg/g |
|---|---|---|---|
| 20 | 20 | | 0.170 |
| 10 | 20 | | 0.150 |
| 5 | 20 | | 0.125 |
| 0 | 20 | 2.0 | 0.110 |
| 20 | 5 | | 0.037 |
| 10 | 5 | | 0.035 |
| 5 | 5 | | 0.037 |
| 0 | 5 | 0.4 | 0.028 |

**Table 3.** Improvement in quality of salt sardine (90～110g in body weight) due to a 1-hour dip in CTC brine prior to dry salting

| Salt % of fish | CTC mcg/cc brine | Day of storage 1 VBN mg% | 2 VBN mg% | 3 putrid odor | 3 eye | 3 slimy bact. | 3 fungi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 66 | 102 | ＋＋＋ | fell off | ＋＋＋ | − |
| 0 | 5 | 49 | 97 | ＋＋＋ | 〃 | ＋＋ | ＋ |
| 0 | 20 | 36 | 70 | ＋＋ | red | ＋＋ | ＋＋ |
| 5 | 0 | 32 | 59 | ＋＋ | 〃 | ＋＋ | − |
| 5 | 5 | 23 | 37 | ＋ | opaque | ＋ | − |
| 5 | 20 | 28 | 42 | ＋ | 〃 | ＋ | ＋ |
| 10 | 0 | 32 | 59 | ＋ | 〃 | ＋ | − |
| 10 | 5 | 27 | 28 | ＋ | good | ＋ | − |
| 10 | 20 | 26 | 28 | − | 〃 | − | ± |
| 20 | 0 | 23 | 31 | ± | 〃 | ＋ | − |
| 20 | 5 | 31 | 29 | − | 〃 | ± | − |
| 20 | 20 | 25 | 25 | − | 〃 | − | − |

いたので，後者の値で製品の質を比較してみると，20ppm の CTC 液に1時間浸漬処理した原料を用いれば食塩5% 使用区と 10% 使用区とが近似の品質を示し，また 20ppm の CTC 液で処理してから食塩 10% 使用したものは食塩のみ 20% 使用したものより品質が優つていた。即ち用塩量は 1/2 で足りることが分る。しかし用塩量が魚体の 10% 以下ではカビが繁殖し易いので，このような場合には CTC の外にソルビン酸のような防黴剤を併用すべきである。

### 3. サバの立塩漬中における CTC の変化

体重平均 500g (450～550g) のホンサバ数尾を内臓除去及び水洗して後，種々の濃度の CTC を含む 15% 食塩水中に浸漬し，4～12°C におき一定時間おきに浸漬液の CTC 及び魚体内の CTC を定量した。勿論このような方法では浸漬液と魚体との割合は実験の初期と後期とで著るしく異ることになる。しかしガラス電極で測定した pH 値では実験期間中 pH 5.8～6.0 を示し，また各試験区間に差は認められなかつた。

浸漬液及び魚体内の CTC 量の変化は Table 4 にみられるように，17.8ppm CTC を含む区の2日後における減少が多少多い以外には，いずれの濃度においても概ね直線的に減少し，しかも減少率は近似した値を示した。またいずれの場合にも浸漬液の CTC と魚体の CTC との比は 1:0.4～0.6 であつた。

**Table 4.** Inactivation of CTC during brine salting of mackerel and penetration of CTC into the fish

| CTC added | | | Days of dip 0 | 2 | 5 | 7 | 10 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.7 | tissue | CTC, mcg/g | 0 | 1.3 | | 1.1 | | 0.3 |
| | | VBN, mg% | 11.2 | 17.0 | | 7.5 | | 11.4(6.0)* |
| | brine | CTC, mcg/cc | 3.7 | 3.1 | 3.3 | 2.4 | 1.2 | 0.9 |
| | | % remained | 100 | 84 | 89 | 65 | 33 | 24 |
| 7.5 | tissue | CTC, mcg/g | 0 | 3.7 | | 2.4 | | 0.9 |
| | | VBN, mg% | 11.2 | 16.6 | | 8.7 | | 12.0(5.4)* |
| | brine | CTC, mcg/cc | 7.5 | 6.2 | 5.3 | 5.1 | 2.8 | 1.7 |
| | | % remained | 100 | 83 | 71 | 68 | 37 | 23 |
| 17.8 | tissue | CTC, mcg/g | 0 | 7.5 | | 5.2 | | 1.7 |
| | | VBN, mg% | 11.2 | 16.6 | | 7.2 | | 11.5(5.9)* |
| | brine | CTC, mcg/cc | 17.8 | 13.9 | 11.5 | 8.3 | 5.0 | 3.0 |
| | | % remained | 100 | 78 | 65 | 42 | 28 | 17 |
| 0 | tissue | VBN, mg% | 11.2 | 16.6 | | 9.7 | | 13.0(8.6)* |

* VBN (mg%) of the brine.

次に試験期間中の魚肉の VBN は Table 4 に示してあるように，揮発性塩基が浸漬液内に滲出するため，いずれの区にも変動が少く，試験区間の差もみられなかつた。しかし浸漬液の VBN 及び濁度は対照区の方が高く，官能検査結果と一致していた。

**4. 魚肉中に食塩及び CTC を混入した場合の鮮度保持効果及び CTC の減少率**

立塩法の条件では鮮度保持効果及び魚肉内での CTC の破壊の模様を明かにし難かつたので，モデル実験としてサバ肉4に対し 25% 食塩水を1の割合に均一化してえた食塩 5% 含有の肉粥を用い，これに 500 ppm の CTC 原液を加えて 8, 4 及び 2 ppm となるようにした。それぞれ広口瓶に入れ，蓋をして 20°C の恒温器に放置し，6日間に亘り VBN 及び CTC を定量した。その結果は Table 5 に示したように CTC の濃度の増加の順に保鮮効果が増加し，CTC を添加しない対照区の VBN が 30 mg % に達するに要した時間を略算すると，約2日であつたが，2 ppm, 4 ppm 及び 8 ppm を添加した区はそれぞれ大約，2.5 日，3.8 日及び 4.7 日であつた。CTC の破壊は概ね直線的に進行し，室温であつたためにかなり速かであつた。CTC 残存量と保鮮効果との間には密接な関係がみられ，この温度では CTC が 2 ppm 近くに減少した時と初期腐敗の徴候とが一致するようである。

**Table 5.** Change in amount of volatile bases and CTC when mackerel flesh brei containing CTC and salt (5%) was incubated at 20°C.

| CTC added mcg/g | Contents in flesh brei | Days of incubation 0 | 2 | 4 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | VBN, mg% | 26.4 | 30.2 | 40.0 | 46.7 |
| 2 | VBN, mg% | 26.4 | 29.2 | 36.1 | 44.8 |
| | CTC, mcg/g | 2.0 | | 1.3 | 0.8 |
| 4 | VBN, mg% | 26.4 | 25.9 | 30.3 | 40.7 |
| | CTC, mcg/g | 4.0 | 2.9 | 1.5 | 1.5 |
| 8 | VBN, mg% | 26.4 | 27.5 | 28.5 | 34.4 |
| | CTC, mcg/g | 8.0 | 6.1 | 2.7 | 2.3 |

## 考　　察

Reay 氏[4]によると，塩蔵鰊の肉中の食塩量が 10% 程度では品質を保ちうる期間は 0°C において2ヶ月であり，食塩量が 6～8% では3週間程度に過ぎなかつた。従つて冷蔵を併用する新巻鮭の場合を除くと，多くの塩蔵品では多量の食塩を用いるか或は塩干品として貯蔵性を増すのが一般である。多量の食塩を用いた撒塩法の場合でも食塩が組織に充分浸透する迄の期間或は乾燥が充分に進む迄の間に原料が腐敗する危険がある。また立塩法の場合には特に気温が高いと浸漬液が早く腐敗して原料を変敗させる場合が多い。このような変敗を防ぐために従来サルチル酸，安息香酸ソーダ，硼酸，硝石等が試みられている[5]。しかし塩蔵工程に CTC を使用して品質を向上しようとした企ては未だ報告されていない。本研究の結果は食塩と CTC との適当な組合せが塩蔵品の品質向上に有効であることを初めて明らかにしたものである。

薄塩の塩干品製造法として約1日位立塩した後に乾燥することがある。しかし前述のように気温の高い季節には薄塩製品は製造不可能である。しかし本研究によると 10% 食塩水に CTC を 10 ppm 添加すれば，20°C で安全に2日間の立塩が可能であり，また防腐に必要な食塩濃度を少くとも半分に減少できることも明かとなつた (Table 1)。

イワシの撒塩塩蔵の場合にも同様に 20 ppm の CTC を含む食塩水に1時間浸漬処理すると，用塩量を約半分に減少させることができ，また良質の薄塩品を製造できることが分つた (Table 3)。この場合の製品中の CTC 残存量は製造後4日間室温に放置すると 0.11～0.17 mcg/g 程度となるので，焙焼のような一般の加熱調理をすれば完全に破壊されるであろう[6]。最近 0.38 ppm の CTC を含む塩蔵サケを軽く焙焼した実験では，CTC 残存量が 0.06 ppm 程度に破壊されたので，一般に 0.2 ppm 以下の CTC を含む塩蔵品を料理すれば残存量は皆無に近くなるであろう。1955年に米国で許可した CTC 処理魚肉の決定残存量は 7 ppm であり，その料理後の CTC 残存量が neg.～0.2 ppm であることを考慮に入れて判断すれば，前記の塩蔵品中の CTC 残存量は耐性菌，過敏症及び菌交替症の問題の対象とならないことが分る。

CTC の水溶液は酸化剤或は還元剤がない場合でも，pH，温度の上昇等によつて不活性化することは既に知

られている。実際に立塩中の浸漬液及び魚体肉の CTC の減少も，また肉組織に添加した CTC の減少もかなり速かであつた (Table 4 及び 5)。Table 5 からわかるように，室温で CTC の効果が現われるためには 2ppm の CTC の存在が必要のようである。この結果は一般の腐敗菌は 1～3ppm の CTC によつて発育が阻止されることを示した BROQUIST 氏等[7]，JAY 氏等[8] の報告と符牒している。

本研究の結果を基礎として略算すると，魚体の大小，魚種，皮の有無等で多少異るとしても，10ppm の CTC を含む 15% 食塩水で立塩漬するか，或はこの CTC 液に予備浸漬1時間後に原料の 10% に相当する食塩を撒布すれば，良質の塩蔵品をえられることが分つた。或は当初から 10ppm の CTC を含む食塩で撒塩しても良質の薄塩製品がえられることは可能であり，目下研究を進めている。

## 総　　括

1. マイワシを CTC の 10ppm を含む 5～15% 食塩水によつて室温で2日間立塩漬した経過によると食塩が 10% 以上あれば CTC の添加によつて浸漬液及びイワシの変敗は完全に防止された。

2. マイワシを 20ppm の CTC を含む食塩水に1時間浸漬した後に魚体に対し 10% の食塩量で撒塩すれば，良質の塩蔵品がえられた。製造後4日経過した製品の CTC 残存量は 0.17mcg/g 程度であつた。

3. 4°～12°C でサバを CTC 含有塩水に立塩漬した場合の CTC の破壊を追跡した結果では，浸漬液及び魚肉内の CTC は概ね直線的に破壊が進み，13 日後には約 20% 程度に減少した。

4. 5% の食塩を含むサバ筋肉粥に加えた CTC は室温で概ね直線的に減少し，残存量が 2ppm 以下となると腐敗が開始することを知つた。

本研究の遂行に当つては，津田厚農学士の助力及び日本レダリー株式会社の援助をえた。玆に特記して謝意を表したい。

## 文　　献

1) 富山哲夫・津田　厚・米　康夫: 本誌，**23**, 660 (1958).
2) ――――・――――・――――: 本誌. 24, 289 (1958).
3) 富山哲夫・原田悠三: 本誌，**18**, 112 (1952).
4) REAY, G. A.: J. Soc. Chem. Ind., **55**, 309 (1936).
5) 谷川英一: 塩蔵食品，p. 22 (1944)，生活社，東京.
6) 富山哲夫・米　康夫・津田　厚: 本誌，23, 572 (1958).
7) BROQUIST, H. P., KOHLER, A. R., and MILLER, W. H.: Agric. Food Chem., **4**, 1030 (1956).
8) JAY, J. M., WEISER, H. H. and DEATHERAGE, F. E.: Antibiotics Annual (1956-57), New York, N. Y., Medical Encyclopedia, Inc., p. 954.

# Studies on Muscle of Aquatic Animals—XXXIX. Changes in Muscle of Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) during Cold Storage

Usio Simidu, Hiroyoshi Terashima and Wataru Simidu
(*Department of Fisheries, Kyoto University Maizuru*)

It is well recognized that the ripening process, the storage of flesh at lower temperature, a little above 0°C., is generally undesirable for fish, unlike land animal, since the fresh flesh turns over excessively tender and loses its precious favorable flavor owing to this process. As an exceptional case, however, some red muscle fish of large size such as tuna does acquire better flavor and texture through a shorter period of ripening.

In this work taste panels method is used to determine the storage effect having occurred during storage upon the flavor of yellowtail fillet. Amounts of volatile basic nitrogen, histidine and other free amino acids, the soluble protein nitrogen and acid soluble organic phosphates were employed as chemical criteria for the changes.

## Experimental

### Materials

Material used consisted of yellowtails weighing 6,370 g. on the average, stored at 2±2°C. In the analyses of free amino acids, alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) was used for the purpose of comparison.

### Methods and results

#### 1. Taste panel assessments

Nine members of staff acting as taste panel judges in this experiment. Samples were served not only as "sasimi" (slices of raw flesh) but also as cooked lumps submitted to 10 minutes boiling in 2% salt solution. The samples were graded on the basis of 10 for each of four items, i.e., the surface appearance, texture, odor and taste. In the first experiment, fillets from one individual fish stored at 2±2°C were tested according to the storage length; and in the second experiment, those of five individuals stored differently long times were tested at the same time. Substantially similar tests were performed for each of the four items. The results of taste change and of average assessment (the mean value of the four items) are shown in Figure 1.

*Received July 28, 1958*

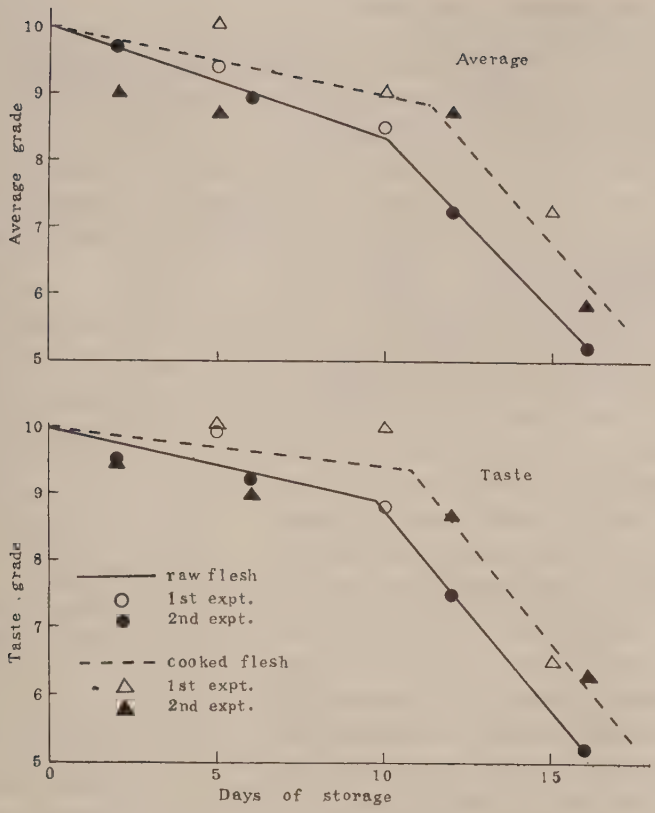



**Fig. 1.** Taste panels grade for yellowtail fillets stored at 2±2°C.

**Table. 1.** Free amino acids in muscle from yellowtail and alaska pollack. Number shows the weight (mg.) of spot measured.

| Amino acid | Yellowtail | | | | Alaska pollack | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Days of storage | | | | Days of storage | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 0 | 5 | 10 |
| Glysine | 43 | 29 | 31 | 36 | 18 | 20 | 33 |
| β-alanine | 16 | 16 | 27 | 22 | 26 | 30 | 25 |
| Valine | 25 | 29 | 22 | 27 | — | — | 23 |
| Serine | 11 | 19 | 25 | 21 | 20 | 18 | 13 |
| Threonine | 14 | 16 | 16 | 14 | 17 | 20 | 15 |
| Cystine | 3 | 6 | 7 | 7 | — | 3 | 5 |
| Methionine | — | — | — | — | — | 16 | 25 |
| Phenylalanine | 29 | 30 | 30 | 29 | — | 19 | 15 |
| Tyrosine | 28 | 37 | 35 | 37 | 50 | 25 | 15 |
| Glutamic acid | 20 | 19 | 29 | 29 | 69 | 18 | 27 |
| Aspartic acid | — | — | — | — | 35 | 7 | 10 |
| Lysine | — | — | — | — | 28 | 14 | 18 |
| Arginine and Histidine | 110 | 150 | 170 | 133 | — | — | — |

## 2. Analyses of extractive amino acids

Isolation of free amino acids by the usual 2-dimensional paper-chromatograpy was found to be too complicated because of the extremely high histidine content in the muscle extractive of yellowtail. Hereupon, the following procedure was used: A 66% alcoholic extract of muscle was concentrated in vacuo and divided into acidic, basic and neutral fractions by ion-exchange technique, using IRC-50 adjusted to pH 4.7 and IR-4B added with 0.5 ml of 1 N HCl per 1 ml of OH-form resine[1]. Sample solutions of these three fractions were neutralized and concentrated in vacuo and dissolved in a small amount of 75% ethanol. One dimensional paper-chromatography was used for determination of amino acids in each fraction. The solvents used consisted of phenol adjusted to pH 5.0 with 0.1 M citric acid buffer (100:15 V/V) for basic fraction, and of n-butanol-acetic acid-water (4:1:1 V/V) for both acidic- and neutral-fractions. Spots were detected by the usual ninhydrin test. The amino acid composition and its change caused by storage at 2±2°C. were compared between muscle extractives of yellowtail and of alaska pollack. The results are shown in Table 1 in which the amounts of amino acids are shown by means of weight of the spots.

On the whole, little change was detected in the amount of amino acids in the muscle extract of yellowtail during over 15 days cold storage. On the contrary, some notable changes were produced in the case of alaska pollack: the amount of tyrosine, aspartic acid, glutamic acid and lysine decreased in 15 days storage, while phenylalanine, methionine and valine were found to have increased. Alaska pollack was found to contain lysine and aspartic acid but not histidine. On the other hand, yellowtail lacked free aspartic acid and lysine and contained large amount of histidine.

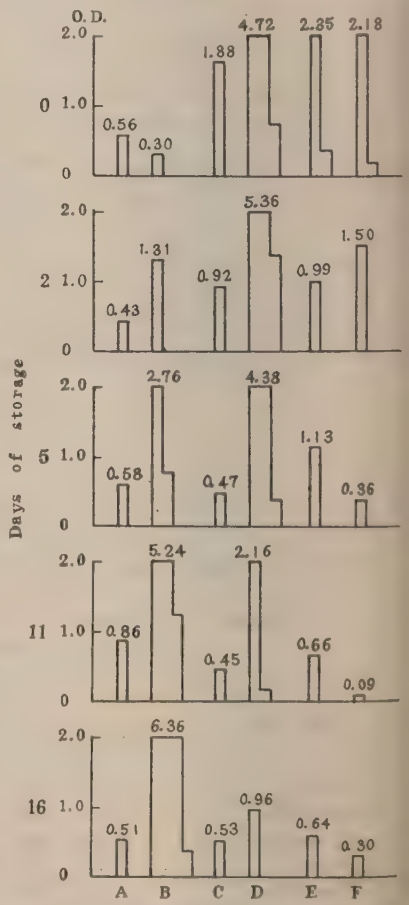



**Fig. 2.** Amounts of acid soluble phosphates in yellowtail muscle stored at 2±2°C.
Numbers are shown as total optical density at 260 mμ. A: Unknown compound, B: Inosine and hypoxanthine, C: AMP, D: Inosinic acid, E: ADP, F: ATP, Material: Perchloric acid extract of 1.0 g. muscle.

## 3. Acid soluble organic phosphates

The determination of ATP, ADP, AMP and

inosinic acid followed the direction of SAITO[2]. In this experiment the amount of inosinic acid which was not free from ATP fraction was calculated from the ratio between opitical densities at 250 mμ and 260 mμ. In this fraction the molar ratio for pentose/phosphoric acid was found to be 1.15/1 for the sample from the muscle stored 5 days long. The results obtained are shown in Figure 2.

**4. Histidine, volatile base nitrogen and the soluble protein**

Histidine content of muscle extract was determined by a method similar to that described by SERA[3]. The determination of volatile base nitrogen was carried out by the usual FOLIN method. The solubility of muscle protein in 0.6 M NaCl solution of 20 times the muscle volume (pH unbuffered) was determined according to the procedures described before[4]. The results obtained are shown in Figure 3.

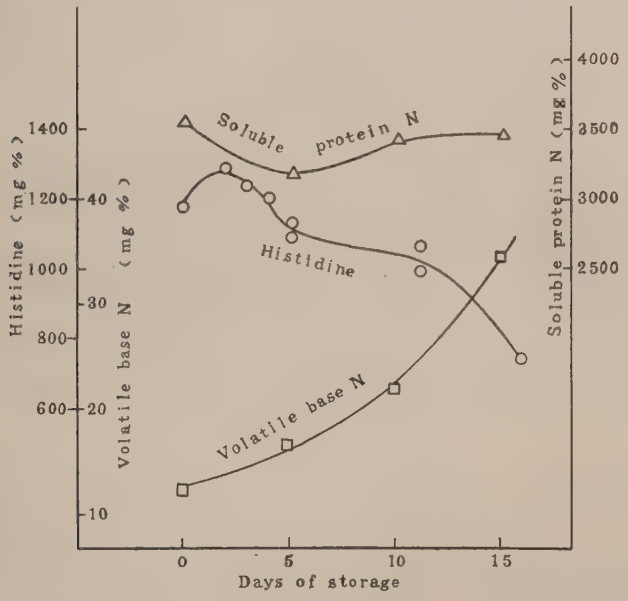



**Fig. 3.** Voltatile base nitrogen, the soluble protein nitrogen and free histidine in yellowtail muscle stored at 2±2°C.

## Discussion

The taste panel results showed that the flavor of yellowtail fillet falled rather slowly in about 10 days storage at 20°C. The grade of the flavor assessments dropped then rapidly in the following five days, volatile base nitrogen reaching the level of 30 mg.%. These tendencies seemed to have some resemblance to the behavior of free histidine in the muscle. Histidine is known to be born in very high amount in red muscle fishes and has been assumed to contribute to the characteristic flavor of these fishes.

The results in this experiment may be regarded as an additional support for the supposition that the free histidine bears an intimate relation to the flavor change which occurs during cold storage of red muscle fish.

Inosinic acid is also considered to greatly contribute to the palatability of some fisheries products such as "Katuo-busi" (boiled and dried bonito)[5]. This substances accumulates in muscle in post mortum stage and disappears gradually afterwards. In yellowtail muscle the amount of this substance was found to be much greater and the decomposition process of it proceeded much slowly as compared with the result obtained by SAITO[2] for carp muscle.

Cold storage changes in free amino acid in muscle of yellowtail were distinctly slower than those in alaska pollack muscle. Yellowtail muscle was found to have a specially long storage life in frozen storage[6] as well as in unfrozen storage[7]. Further studies are needed in order to give full explanation for these differences in storage life.

## References


1) WINTERS, J. C. & KUNIN, R.: *Ind. Eng. Chem.*, **41**, 460 (1949).
2) SAITO, T. & ARAI, K.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries*, **23**, 265 (1957).
3) SERA, Y., NAKAMURO, Y., TSUDA, I. & SONOKA, K.: *Osaka Igakkai Zassi*, **38**, 1017 (1939).
4) SIMIDU, U. & SIMIDU, W.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries*, **23**, 442 (1957).
5) KODAMA, S.: *Tokyo Kagakkai Shi*, **34**, 751 (1913).
6) SIMIDU, W., SIMIDU U, & TERASHIMA, H.: *Bull, Japan. Soc. Sci. Fisheries*, **23**, 700 (1958).
7) SIMIDU, W. & HIBIKI, S.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries*, **20**, 298 (1954).

# 海水のビタミン$B_{12}$に関する研究—Ⅳ.

## 電気透析による海水の脱塩及び海水中ビタミン$B_{12}$の安定度について*

柏田研一・柿本大壹・金沢昭夫・川越一徳・久保素子
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on Vitamin $B_{12}$ in Sea Water—IV.

## Electrodialysis of Sea Water and the Stability of Vitamin $B_{12}$ in Sea Water

Ken-ichi Kashiwada, Daiichi Kakimoto, Akio Kanazawa,
Kazunori Kawagoe and Motoko Kubo

We have formerly reported on a method presented to determine the vitamin $B_{12}$ in sea water. On that occasion sample sea water was previously desalted by dialysis against running fresh water, using cellophane as diaphragm, so that the vitamin $B_{12}$ content might be properly estimated by the *Euglena* method. In the present experiment we confirmed the superiority of electrodialysis over running water dialysis, and also examined the stability of vitamin $B_{12}$ in sea water. The results obtained were as follows.

Desalting of sea water was found to be accomplished in a shorter time by electrodialysis than by running water dialysis (Table 2).

As to the stability of vitamin $B_{12}$ in sea water, on the other hand, it was made clear that:

1) Loss of vitamin $B_{12}$ in sea water proceeds with a considerable velocity in diffused day light, while the loss is evaded almost completely even throughout 20 days storage if the sea water is kept in brown light or in the dark (Table 3).

2) Intentional neutralization or acidification of natural sea water lessens the rate of loss of vitamin $B_{12}$ in diffused day light; but such processing is never to be looked on as a conclusive way of keeping the vitamin $B_{12}$ perfectly fixed (Table 4).

3) In a sea water being exposed to the sun, its vitamin $B_{12}$ content decreases very rapidly (Table 5).

バイオアッセイ法によつて海水中のビタミン $B_{12}$ (以下 V·$B_{12}$ と略記) を定量するには予め海水の塩分を除去しなければならないが，その方法としてセロハン紙による透析が簡便であり，この処理を施した海水を用いればユーグレナ法による定量が可能であることを已に報告した[1]。而してユーグレナ法では培養日数が長いため測定に長時間を要することを欠点とするが，海水を試料とする場合予め透析を行わなければならないということは，この欠点を更に大きくするから，この点を改良する目的で電気透析を試みたところ透析時間をかなり短縮できることが判つた。

次に海水中における V·$B_{12}$ の安定度を知ることは採取した海水の取扱，保管上からも必要な事項であるのでこれについて二,三の実験を行つた。以上は互に関係のない問題であるが両実験の結果を一括報告する。なお本実験に於てはユーグレナ法による測定値を一応そのまま V·$B_{12}$ とみなした。

## 実 験 の 部

### 1. 電気透析による海水の脱塩

海水中の食塩はユーグレナの発育を阻害するのでこれを除かなければならないが，そのためには前に実験

1958 年 7 月 22 日受理
* 本報告は 1958 年 4 月，日本水産学会年会において発表した。

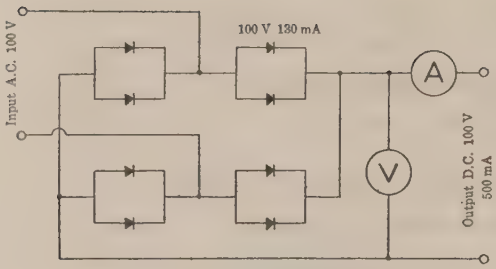



**Fig. 1.** Full wave rectifier circuit for electrodialysis.
A…D.C. Ammeter V…D.C. Voltmeter

したセロハン紙による流水透析よりも電気透析による方が時間短縮の点から有利と考えられる。よつてセロハン紙を透析膜とする次図のような電気透析の装置を考察して実験した。Fig. 1 は 100V 交流から 100V, 500 mA の直流を得るための全波整流回路を示したものである。又 Fig. 2 は著者らの考案した電気透析装置で，主体は A，B 2個のガラス器から成り，夫々その底部をセロハン紙で覆う。勿論水の漏洩があつてはならない。Bに試料海水 10cc を入れ，図のように A の底面が B 内の海水を浸すように連結固定する。Aにはニッケル板の電極（−）と透析膜に近く開口するガラス管 D をつけた栓を施す。このガラス管を通じて水道水を流すが，これは陰極に生じたカセイソーダを排除すると同時に試料海水の昇温を防ぐためである。A，Bを連結したものを水を入れたビーカー C 内に保持し，B の下側にはなるべく透析膜に近接して炭素棒の陽極を置き，C内の水はガラス管Eを通じて導入する水道水によつて少しづつ更新される。

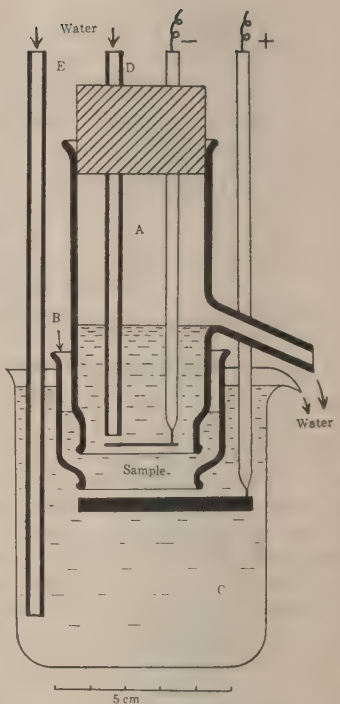



**Fig. 2.** Apparatus of electrodialysis. Bottoms of A and B are covered with cellophane, and the sample is put in B.

この装置でA及びCに夫々D，Eを通じて水道水を流しつつ電気透析を行うのであるが，通電せず単に水を流しただけでも透析が行われることは勿論でこの場合の透析量は電気透析を行う場合の対照となるので，まず通電せず単なる流水のみによつてB内の塩分が如何なる程度に透析し去られるかを験した。即ち所定時間の後B内の海水の $Cl'$ を定量し，その減少の割合を求めたが，その結果は Table 1 の如くで，D，E両ガラス管を通じて入れる水の流速を変えてみたが実験した範囲では透析率には影響なく，上記の装置，方法によればその透析率は 1時間で約 44%，2時間で約 59% であつた。

**Table 1.** Dechlorination rate of sea water under dialysis against running water.

| Water current(ml per min) \ Time of dialysis (hrs) | 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 % | 44.9% | 58.7% |
| 50 | 0 | 43.4 | 58.7 |
| 100 | 0 | 43.4 | 59.6 |
| 200 | 0 | 44.9 | 58.3 |
| Mean | 0 | 44.2 | 58.8 |

These experiments were carried out with the apparatus shown in Fig. 2.

Table 2 はこの装置を用いて電気透析を行つた場合と，単なる流水透析を行つた場合における透析率を比較した実験結果で，流水速度を変えた種々の場合について実験してみた。

流水速度，即ちA，C内の水の交替程度を変えると電流の強さが変つてくるが，透析量は流れた電気量によつて一定まり通電時間には関係がない。この実験によると単なる流水のみによる透析率が，例えば透析2時

**Table 2.** Dechlorination rate of sea water under electrodialysis and running water dialysis.

| Speed of water current (m*l* per min.) A* | B* | Quantity of electricity (Coulomb) | Time of dialysis (hrs) | Dialysis rate (%) Electrodialysis | Running water dialysis | pH of sample after electro-dialysis |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 50 | 990 | 1 | 79.0 | 44.0 | 2.0 |
| 50 | 50 | 1330 | 2 | 89.8 | 58.0 | 5.8 |
| 30 | 80 | 700 | 0.5 | 59.6 | 22.3 | — |
| 35 | 120 | 1200 | 2 | 90.7 | 58.0 | 5.8 |
| 30 | 80 | 1350 | 1.5 | 90.7 | 52.9 | 5.9 |

* Refer to Fig. 2.

間で58% であつたのに対し，電気透析によれば同じ2時間の通電（電気量 1200～1300 クーロン）で約 90% となつているように，電気透析によれば脱塩のための所要時間が著しく短縮されることが判る。Table 1, 2 を対比すると流水透析2時間と電気透析 30 分とがほぼ等しい透析率を与えている。

**2. 海水中のビタミン $B_{12}$ の安定度について**

$V{\cdot}B_{12}$ の安定度については既にかなり多くの報告[2]が出されているが，海水中に於ける安定度については未だ報告が見られぬようである。将来海水の $V{\cdot}B_{12}$ に関する研究が行われる場合，採取した海水の $V{\cdot}B_{12}$ を安全に保つためには，その取扱，管理を如何にすべきかの具体的方法を決めておく必要があるので，まず光線，温度，pH の3条件を変えた場合につき海水中の $V{\cdot}B_{12}$ の安定度を実験した。

**実験 1. 光線及び温度と $V{\cdot}B_{12}$ の安定度**

本学部前から採つた海水を沪過し，これを無色，褐色及び黒色試薬瓶に入れ，トルオールを加えて良く振盪し，散光の下で 2°, 21°, 35°（何れも ± 2°）の各温度を保つた水槽中に浸漬貯蔵し，5, 10, 15, 20 日後にその $V{\cdot}B_{12}$ を著者らの方法によつて定量した。Table 3 はこの実験結果である。

**Table 3.** Decomposition of vitamin $B_{12}$ in sea water by irradiation at various temperatures. (m$\gamma$ $B_{12}$ per litre of sea water)

| Storage condition | In diffused light | | | In brown light | | | In the dark | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature (°C) / Time of storage (days) | 2 | 21 | 35 | 2 | 21 | 35 | 2 | 21 | 35 |
| 0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| 5 | 5.0 | 4.0 | 3.0 | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.8 | 6.5 | 7.0 |
| 10 | 4.5 | 2.0 | 1.5 | 6.4 | 6.5 | 5.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 |
| 15 | 3.5 | 1.5 | 1.0 | 6.3 | 6.0 | 5.5 | 6.7 | 6.0 | 7.0 |
| 20 | 2.5 | 1.0 | 0.5 | 6.5 | 6.0 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 6.5 |

散光下（無色硝子瓶に入れた試料）ではかなり急激な $V{\cdot}B_{12}$ の減少を来たし，その場合貯蔵温度の高いほど減少が急速で，20 日後における残存率は 2°, 21°, 35° 貯蔵の場合夫々 38% 強，15% 強，8% 弱であつた。一方褐色瓶及び黒色瓶中に貯蔵した海水に於ては実験の範囲では貯蔵温度に関係なく $V{\cdot}B_{12}$ の減少が見られない。本実験によれば $V{\cdot}B_{12}$ を定量するための試料海水は褐色瓶或は暗黒中に常温で貯蔵すれば，ほぼ安全に保存されることが判り，特に冷蔵する必要はない。

**実験 2. 海水の pH と $V{\cdot}B_{12}$ の安定度**

$V{\cdot}B_{12}$ は酸性溶液に於ては安定であるがアルカリ性溶液に於ては不安定であることが知られている。而して海水の pH は約 8.3 であるが，このように海水が微アルカリ性であることはその中の $V{\cdot}B_{12}$ の安定度を下げるのではないかと考えられるので，海水を中性若しくは酸性に調らした場合の $V{\cdot}B_{12}$ の安定度について実験した。即ち実験1と同じ試料海水に希酢酸を加えてその pH を 4.5 及び 7.0 に調整し，これを前実験と同様無色試薬瓶に入れてトルオールを添加し，散光下で 21°（± 2°）に貯蔵した場合における $V{\cdot}B_{12}$ の変

化を，pH 8.3 の天然海水のそれと比較した。その結果は Table 4 の如くであつた。

**Table 4.** Decomposition of vitamin $B_{12}$ in sea water in diffused day light at various pH's. (mγ $B_{12}$ per litre of sea water)

| pH of sea water \ Time of storage (days) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.5 | 6.5 | 3.5 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 7.0 | 6.5 | 4.0 | 3.5 | 4.5 | 4.5 |
| 8.3 | 6.5 | 4.0 | 2.0 | 1.5 | 1.0 |

即ち海水を中性又は酸性にするとその中の V·$B_{12}$ の安定度は海水そのままの場合よりも或る程度高まるが，併しこの方法によつて散光下における V·$B_{12}$ の分解を阻止することは出来ないようである。

**実験 3. 直射日光による海水中 V·$B_{12}$ の破壊**

実験 1 によつて海水を無色ガラス瓶に入れ散光下に貯蔵すると V·$B_{12}$ がかなり速かに減少することが明かにされたが，直射日光の作用は一層強烈であろうと考えられるので，その程度を知るために次の実験をつた。前実験と同様本学部前の海水を採つて沪過し，その 20cc 宛を経 9cm の 7 個のシャーレーに採り外で日光に曝露し，1 時間毎に取入れてその V·$B_{12}$ を定量した。なお本実験は 6 月 18 日（快晴）9 時から始め 16 時に終つたが，その間蒸発によつて失われた水は取入れ後蒸溜水で補つた。

**Table 5.** Decomposition of vitamin $B_{12}$ in sea water in direct sunshine

| Time of irradiation (hrs) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vitamin $B_{12}$ (mγ per litre) | 5.0 | 3.8 | 3.0 | 2.4 | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0. |

以上 7 時間に亘る直射日光による海水中の V·$B_{12}$ の変化は Table 5 の如くであつた。

表に見られるように直射日光による海水中の V·$B_{12}$ の分解は極めて速かで，本実験の条件では 8～9 時の直射日光によつて V·$B_{12}$ は殆んど 0 になつてしまうこととなる。このことから見て試料海水を直射日光曝すことは厳重に避けなければならないことが判る。尚おこの実験結果は海水中における V·$B_{12}$ の運命考える場合に多かれ少かれ参考として役立つものと思う。

## 摘　　要

海水中のビタミン $B_{12}$ をユーグレナ法によつて定量するに当つては海水から塩分を除去しなければならいが，その方法としてセロハン紙を隔膜とする電気透析を試みたところ，単なる流水透析によるよりも著に短時間で脱塩することができた。

海水中のビタミン $B_{12}$ の安定度と光線，温度，pH との関係を試験し，次の結果を得た。

1. 海水中のビタミン $B_{12}$ は散光の下ではかなり不安定であるが，褐色瓶内或は暗所に貯蔵すれば安全保存され，35° に 20 日間貯蔵しても減少が認められなかつた。

2. 海水を中性又は微酸性（pH 4.5）にすると散光下におけるビタミン $B_{12}$ の分解が或る程度抑えるが，併しこの方法によつて海水中のビタミン $B_{12}$ を安全に保存することはできない。

3. 海水に日光を直射するとその中のビタミン $B_{12}$ は速やかに分解される。

以上海水中におけるビタミン $B_{12}$ の安定度に関する実験の結果から，ビタミン $B_{12}$ を定量するための試海水は光線から遮断して保管されなければならない。光線を遮断すれば常温に置いても差支えなく特に冷する必要はないことが判つた。

本研究に使用した全波整流装置は本学部黒木敏郎助教授，中山博両氏に製作して頂き，更に使用上色々助言も頂いた。記して深謝の意を表する。

## 文　　献

1) 柏田研一・柿本大壱・盛田友弌・金沢昭夫・川越一徳：本誌，**22**，637～640 (1957).
2) SHENOY K. G. and RAMASARMA, G. B.: Arch. Biochem. and Biophys., **55**, 293 (1955). MACEK, T, J. and FELLER, B. A.: J. Am. Pharm. Assoc., Sci. Ed., **44**, 254 (1955). BLITZ, M., EIGEN, E. and GUNSBERG, E. J.: Pharm. Assoc., Sci. Ed., **43**, 651 (1954). GRAHAM, C. E. and HIER, S. W.: Abstracts Am. Chem. Soc., 128th Meeting, 7c (Minneapolis, Minn., Sept. 1955). 外．

# 雑　　録

## ○9月理事会

1. 開催日　昭和 33 年 9 月 26 日
2. 場　所　東京水産大学小会議室
3. 出席者　田内会長外 13 名
4. 議　事

a. 評議員会提出議題の検討について。

昭和 33 年度秋季大会において開催予定の評議員会に次の案件を提出することにした。

1. 関根隆氏の東京水産大学学長就任に伴う編集長の件について。
2. 文部省研究成果刊行費補助金の交付決定に伴う予算措置について。
3. 漁業資源関係シンポジウムの開催について

本件については更に役員会を開催して詳細な案を作製することにした。

b. 対業界研究連絡委員会（仮称）について。

本件に関しては，東水大，東大，東水研より委員各 2・3 名を選出し，具体案の検討を行うことにした。

c. 入会承認　個人 14 名

5. 報　告

海洋総合研究所の設立促進経過について，本会委員熊凝氏より大要下記の如き報告が行われた。

海洋学研究連絡委員会内の海洋総合研究所に関する小委員会において設立促進の具体的方策を検討し，文部省及び科学技術庁等に働きかけを行つている。予算面については，昭和 34 年度概算要求には繰入れず，35 年度に概算要求を入れることになつたが，その他については余り進行していない現状にある。

## ○関東在住緊急役員会

1. 開催日　昭和 33 年 10 月 6 日
2. 場　所　東京水産大学小会議室
3. 出席者　田内会長外 18 名
4. 議　事

1. 漁業資源関係シンポジウムの開催について。

北太平洋漁業会議のため米加学者が来日する機会に，同学者を招待して本会主催の上記シンポジウムを開催することにし，その具体案について検討し，昭和 33 年度秋季大会において開催予定の評議員会に提出することにした。

2. 第3回原子力シンポジウムについて。

日本学術会議原子力特別委員会主催「第3回原子力シンポジウム」開催について，その共催依頼方及び本会分担金 5,000 円を諒承し，会告により会員に詳細を周知することにした。

3. ユネスコ・クーポン制度の周知について。

上記の件につき日本学術振興会より一般会員に周知方依頼があつたので，これを会告にのせることにした。

## ○ 関東支部例会

○昭和 33 年 9 月 30 日　　於　東京水産大学

1. イノシン酸の定量法について　　森高次郎・橋本芳郎・藤田孝夫（東大農
2. 自然死亡係数と漁獲係数の分離についての一つの試み　　土井長之（東水研
3. クロマグロと沿岸魚種との相互関係について　　土井長之（東水研
4. 海鷹丸の得たトビウオ稚魚について　　妹尾次郎（東水大

## ○ 評　議　員　会

開催日　昭和 33 年 10 月 12 日　13 時～15 時
場　所　新潟大学理学部長室
出席者　田内会長外 22 名
議　長　松井佳一氏
議　事

1. 編集長の件
   a. 関根編集長が東京水産大学学長に就任のためその辞任を承認した。
   b. 後任について
      現副編集長大島氏の正編集長就任を決定した。
   c. 副編集長の選任について
      事務上東水大化学関係より選出することとし，岡田，小野，野中各氏の候補につき単記無記名投票の結果，岡田郁之助氏に決定した。
2. 予算案変更の件について
   昭和 33 年度文部省研究成果刊行費補助金の交付決定をみたので，下記の如き予算変更案を可決した。

### 昭和 33 年度予算変更案

| 収入の部 | | | 支出の部 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 科目 | 前予算 | 変更予算案 | 科目 | 前予算 | 変更予算案 |
| 前年度繰越金 | 492,029円 | 492,092円 | 学会誌印刷費 | 2,292,000円 | 2,430,000円 |
| 普通会費 | 1,600,000 | 1,600,000 | 学会誌送料及び通信費 | 220,000 | 220,000 |
| 賛助会費 | 300,000 | 300,000 | 年会費 | 20,000 | 20,000 |
| 著者負担印刷費 | 550,000 | 550,000 | 大会費 | 20,000 | 20,000 |
| 雑収入 | 280,000 | 280,000 | 支部補助費 | 50,000 | 50,000 |
| 文部省補助金 | 0 | 100,000 | 理事会等集会費 | 20,000 | 20,000 |
| 年会余剰金 | 0 | 201,445 | 日本農学会分担金 | 7,820 | 7,820 |
| | | | 原子力シンポジウム分担金 | 0 | 5,000 |
| | | | 学会賞金 | 20,000 | 20,000 |
| | | | 事務人件費 | 300,000 | 300,000 |
| | | | 事務雑費 | 40,000 | 40,000 |
| | | | 雑支出 | 180,000 | 338,000 |
| | | | 予備費 | 52,209 | 52,654 |
| 計 | 3,222,029円 | 3,523,474円 | 計 | 3,222,029円 | 3,523,474円 |

3. 漁業資源関係シンポジウムの開催について
   北太平洋漁業会議に米加学者が来日する機会に，本会において同学者を招待して漁業資源関係シンポジウムを開催することにし，下記の如き開催案を可決した。

# 開　催　案

1. 期　日

10 月最終週或いは 11 月第 1 週内のいずれかの日。詳細日程は米加学者来日後決定し，事務局より参加希望者に連絡。

2. 開催場所　東水大，東大，東水研

3. 開催内容

| 部門 | 題　目 | 主　な　話　題 |
|---|---|---|
| 1 | Population Dynamics | a. 自然死亡率と漁獲率の有効推定方法<br>b. 資源の Availability について<br>c. 加入量と漁獲資源量との関係 |
| 2 | Biology (Salmon, Herring, Bottom Fish) | a. 底漁サケ，マス，ニシンの生物学的問題<br>b. 稚魚時代の自然死亡率（資源量の変動に関連して）<br>c. 魚種間の問題について |
| 3 | Oceanography of the Northern North Pacific and adjacent seas | 北太平洋における海況とサケ，マス，ニシン漁業との関係 |

第 3 部門については海洋学会に参加方申入れる。

4. 開催方式

予定せる話題について自由討論形式。使用語は日本語。通訳付き。

5. 懇 親 会

3 部門合同して終了後懇親会を開く。

6. 会　費

不要，会議の際の茶菓費用は本部予備費より支出。

7. 幹　事

栗田（東水研），長崎（東水研），山中（日水研）の各氏

8. 協力委員会

本シンポジウム協力委員会を設立し，委員として次の 3 名を委嘱する。

藤永（水産庁），中井（東水研），檜山（東大）の各氏

9. 会　告

全会員に通告し，詳細は決定後参加希望者に連絡する。

告　海洋総合研究所について。

森副会長及び松江評議員から簡単な経過報告が行われた。

# 会　　告

## 1. ユネスコ・クーポン制度

学術振興会よりユネスコ・クーポン制度の周知方依頼がありましたので，御知らせ致します。

ユネスコ・クーポン制度とは，為替管理の壁をとり除いて，教育，科学，文化にかんする出版物（学会誌，学会費等を含む）映フイルム，科学資材の輸入を容易にするため，ユネスコが実施している国際的な制度であつて，この制度に加入している国に上記のものの代金を送るとき，ユネスコ・クーポンをわが国では円で購入して，これを先方の学会や商社に送ればよいのである。また外国からクーポンで代金を送つてきたとき，これを円で支払われることになつている。

ユネスコ・クーポンで購入できるものは次の品目であるが，研究用のものであり，先方がユネスコ・クーポンでの支払を承認し，審査をパスしたものに，クーポンを発行することができる。

A．出 版 物

書籍，雑誌の予約購読，雑誌の各号，写真複写物，マイクロ・フイルム複写物，美術複製，美術複製の写真，チャート，地球儀，地図，楽譜，レコード，フイルム・ストリップ，学会の会費，論文別刷代等

B．映画フイルム

上映用プリント，複写プリント，オリヂナル・ネガテイヴ及び複写ネガテイヴ，映画をプリントするための 16 ミリ生フイルム，研究用フイルム等

C．科学資材

1．光学器械，部分品及び顕微鏡附属品

顕微鏡，学生用及び研究用顕微鏡，分光写真機用及び分光器用装置，屈折器，偏光器，視準器，映写器，実物幻燈器，マイクロ，フイルム読取器，レンズ（写真用），マイクロトーム（検鏡用薄切片切断器），マイクロマニピュレーター等

2．秤及び衡器

研究室用秤，精密秤，分析秤，自動秤，マイクロバランス（細微秤）

3．実験室用ガラス器，磁器製品及び硅土製品，目盛をつけたもの，その他

4．電気測定器

電流計，電位差計，ホイートストン式，ケルヴイン式，メゴム式ブリッジ（電気低抗計量器），アンメーター，ヴォルトメーター，オームメーター，オッシログラフ，オッシロスコープおよびその他電気実験器具

5．分析用及び臨床用器具

遠心分離器，滅菌装置，ガス分析器，水素イオン及び電気メーター測定器，血液検査器，カージオグラフ，ポーラログラフを含む化学，生物学，物理学研究用器具及び補充品

6．送風装置，真空ポンプ，ゲージ等

7．ラジオの部分品と附属品及び電気器具

チューブ，ワイヤー，ケーブル，抵抗装置，受接管，絶縁体，キャパシター，計量器及び電子記録器

8．温度計，恒温装置

寒暖計，高温計，浮卵器，オーヴン，水槽，温度調節器，熱量計，温度調節装置

9．小工場用手動器具と教育用及び実験室用機械工具手道具，旋盤，ミーリング，ドリル，グラインダー，研磨機等

10．気象器具，測量器，工学用器械

気圧計，温度計，太陽気象学用器具，時間測定器，経緯儀，水準器，地震計，製図器

11．純粋化学薬品，培養基，写真感光乳剤

2. 地図，海図，模型，スライドその他

（Aは購入額に制限はないが，B，Cは一品目 $ 20,00 までのものに限る。しかしユネスコ本部の許可があればこれ以上のものでもよい）

ユネスコ・クーポンを使用できる国と種類は次のとおりである。

| | Book Coupons | Film Coupons | Coupons for Scientific Material |
|---|---|---|---|
| Austria | X | – | – |
| Belgium | X | X | X |
| Burma | X | X | X |
| Canada | X | X | – |
| Cambodia | X | X | X |
| Ceylon | X | – | – |
| Czechoslovakia | X | – | – |
| Denmark | X | X | – |
| Egypt | X | X | X |
| France | X | X | X |
| German Federal Republic | X | X | X |
| Hungary | X | X | X |
| India | X | X | X |
| Iraq | X | – | X |
| Israel | X | – | – |
| Italy | X | – | – |
| Japan | X | X | X |
| Laos | X | X | X |
| Mexico | X | X | – |
| Netherlands | X | – | – |
| New Zealand | – | X | – |
| Saar | X | X | X |
| Sweden | X | X | X |
| Switzerland | X | X | X |
| Thailand | X | X | X |
| Tunisia | X | X | X |
| Turkey | X | – | – |
| United Kingdom | X | X | X |
| U.S.A. | X | X | X |
| Viet-Nam | X | – | – |

X　使用可能　　–　使用不可能

ユネスコ・クーポンはどこで取扱つているかというと日本ではユネスコ・クーポン配給機関として日本学術振興会（東京都台東区上野公園日本学術会議内 Tel (82) 4,522, 4,523）が指定されている。希望者は国会ユネスコ課に申請用紙があるから，申込めばよい。これに必要事項を記入し，同会に提出すれば審査の上（Aは毎日，B，Cは1週間に1回審査をする）これを公定相場による円貨でクーポンを販売する。その際購入者は同会に対しクーポンの購入額の4％の手数料を支払うことになつている。このクーポンに購入者の住所，氏名を記入して先方に送ればよい。

なおくわしいことは同会に説明書があるから，請求すれば送つてくれる。

## 2. 国際海洋会議 International Oceanographic Congress の開催について

Woods Hole 海洋研究所の Sears 博士から国際海洋会議開催に関し日本水産学会宛連絡があつたので報せする。

1959 年8月 30 日から9月 12 日迄ニューヨークの国連ビルで国際海洋会議がひらかれる。これは海洋学及びその関連諸学の立場から基礎的な問題を討議するものである。

8月 31 日より9月 11 日（5, 6日は休み）毎日午前は3つ位の指定講演者の講演を行い，午後は提出論文についての討議を行う。

この会議では5つのシンポジュームが行われる。即ち（1）地球の歴史（The history）（2）海洋の境界（The boundaries）（3）深海の問題（The deep sea）（4）有機物及び無機物の力学（Dynamics of organic and inorganic substances）（5）海洋中の生物の生存問題（The marine life regime）である。

**提出論文は Convenor が select する。**（日本国内では取捨選択はしないが，会議での5つシンポジウムの課題と関係の薄いものは遠慮されたい）。

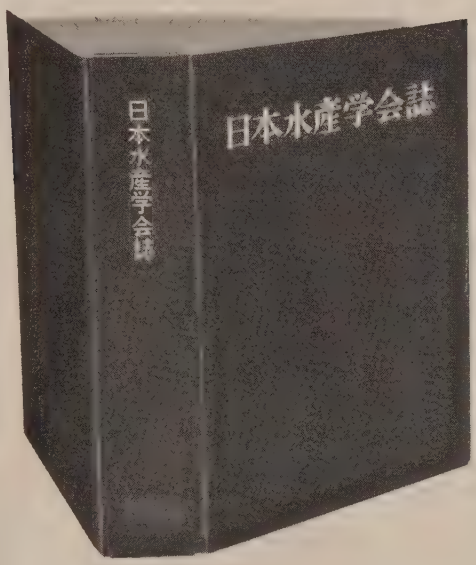
これに題目を届出したい方はアブストラクトをつけ 1959 年1月 31 日迄必着するよう同会議に送る事。完成した論文は同年4月 31 日迄必着するよう同会議に送る事。詳細および投稿規定については学会事務局に問合せのこと。なお論文およびアブストラクトの提出先は次のとおり。

Dr. Mary Sears,
Woods Hole Oceanographic Institution
Woods Hole, Massachusetts, U. S. A.

## 正　誤　表 (Vol. 24, No. 5)

| 頁 | 行 | 誤 | 正 |
|---|---|---|---|
| 343 | 1 | オーレクマイシン | オーレオマイシン |


## 日本水産学会誌合本用ファイル




水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあけず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

**頒価　¥ 120　　〒 ¥ 20**

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。



昭和三十三年十一月二十日　印　刷
昭和三十三年十一月二十五日　発　行

第二十四巻　第六・七号

本号定価 400 円
(送料別)

編集兼発行者　大　島　泰　雄
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発　行　所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振　替　口　座　東　京　59529番
電　話　(45) 2200番

印刷者　笠　井　康　頼

印刷所　株式会社 国際文献印刷社

発売所　株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0931

# 外房に於けるマダコ *Octopus* (*Octopus*) *vulgalis* LAMARCK 資源の性状について*

田 中 二 良
(東京大学農学部)

## On the Stock of *Octopus* (*Octopus*) *vulgaris* LAMARCK, on the East Coast of Bōso Peninsula, Japan.

Jiro TANAKA

The common octopus, *Octopus* (*Octopus*) *vulgaris* LAMARCK, an important commercial species in Japan, are captured by means of the octopus pot, the hand line and the spear along the east coast of Bōso Peninsula, Chiba Pref. (Fig. 1 and Table 1).

The writer has made a biological study of the stock of this animal, using the statistic data of the octopus fisheries and based upon the number of specimens taken in Uchiura Bay near Kominato.

The results obtained are summarized as follows;

(1) It is believed that the octopus stock may be composed of two groups, one inhabiting the coast of Bōso Peninsula throughout the year, the other migrating from the north to this district in winter (Figs. 2~5).

(2) The maturation phase of the octopus is shown by the gonad index (R) as given in the following formula;

$$R = G.W. \times 10^2/[B.W. - (G.W. + F.W.)],$$

where G. W. denotes the gonad weight, F. W. the total weight of digestive organ contents, and B. W. denoting body weight. The relation between gonad index and maturity scale of the female octopus is shown in Table 2.

(3) The breeding season is from March to November, and the biological minimum size is about 40 cm in the male, 40~50 cm in the female (Fig. 6).

(4) The monthly increase in the rate of body weight deduced from the body composition (Fig. 7 and Table 3) and the length-weight relationship (Fig. 7 and Table 3) is 0.100 during from March to August, 0.180 from June to December.

(5) It may be a reasonable assumption that the immigrant winter group breed during the first breeding season following the migration and that the newly hatched population will increase the available fishing stock from April to July of the following year.

(6) Diminishing rate of the octopus stock is estimated by Dr. Tauti's method (1956) as 1~2% per day, 5~8% five days, 8~9% ten days and 13% per month (Table 4). Moreover, the diminishing rate per month is obtained by another Dr. Tauti's method ('53) as being 11%.

(7) Judging from the diminishing rate caused by fishing, it may be said that the catch efficiency of the octopus pot is greater than that of the hand line.

千葉県のタコの漁獲量は年間約 10~20 万貫で，銚子から州崎に至る，いわゆる外房沿岸では 1953 年の資料[7]によると県全体の約 70% を漁獲している。1953 年の千葉県下に於ける各海区別 (Fig. 1) の漁業種別タコ漁獲量[7]は Table 1 の通りである。Table 1 で見ると外房のタコの漁獲量の中では銚子・九十九里海区 (A) の底曳網による漁獲が最も多いが，この中にはかなり，多くのミズダコ *Octopus* (*Octopus*) *dofleini*

1958 年 5 月 16 日受理
* 昭和 30 年 4 月，日本水産学会年会で講演

**Fig. 1.** Fishing grounds for octopus in Chiba Pref.
A～B; East coast of Bōso Peninsula.
C～D; West coast 〃

**Table 1.** Annual catch of octopus by type of fisheries and fishing ground in Chiba Pref. in 1953.
Unit of catch: 1,000 kan.

| Type of fisheries \ Fishing ground | A | B | C | D | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Trawl | 51.6 | — | 0.1 | 4.9 | 56.8 |
| Other kind of nets | — | 0 | 0.4 | 0.7 | 1.1 |
| Octopus hand line | 4.8 | 1.9 | 0.4 | 3.3 | 10.4 |
| Other kind of angling | — | — | — | 0.4 | 0.4 |
| Octopus pot | 4.3 | 21.3 | 13.4 | 2.3 | 41.4 |
| Spear | — | 1.3 | 5.1 | 0 | 6.4 |
| Other fisheries | — | 0 | — | — | 0 |
| Total | 60.8 | 24.6 | 19.6 | 11.8 | 116.9 |

WÜLKER が含まれていると考えられる。しかし外房のタコ釣・タコ壺・見突による漁獲物は，その漁具・漁法・漁場などの点から考えて，ほとんどイダコ *Octopus* (*Octopus*) *vulgaris* LAMARCK とみなしてよいように思われる。

本文では外房沿岸の漁獲量統計資料と小湊に於ける漁獲物の測定資料とから，外房のマダコ資源の性状について，若干の考察を行つたのでその結果を報告する。

## 1. 外房のマダコのストックと漁業

1953 年の外房（A・B 海区）と内房（C・D 海区）の月別タコ漁獲量[7]の傾向を見ると（Fig. 2），盛漁期はそれぞれ冬と夏とになつていて明らかに異なることがわかる。また B・C 海区ではタコ釣・タコ壺・見突によるタコの漁獲が 95% 以上をしめているが，その盛漁期はそれぞれ 12～3 月；6～8 月である。

B・C 海区に於ける 1953 年のタコ釣・タコ壺の 1 航海当り漁獲量[7]を月別に求め，これを図に示すと Fig. 3 のようになる。1 航海当りの平均漁獲量がストック量に比例すると考えると，さきに述べた

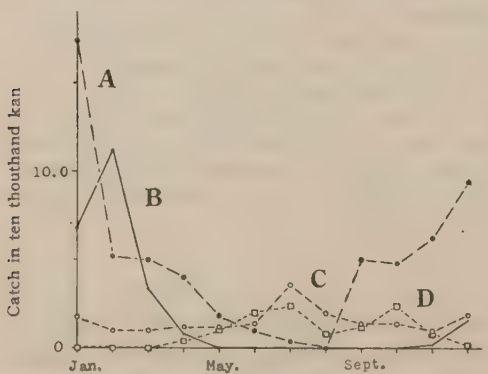



**Fig. 2.** The monthly variation of octopus catches in 1953 in each fishing ground.
A～B; East coast of Bōso Peninsula.
C～D; West coast 〃

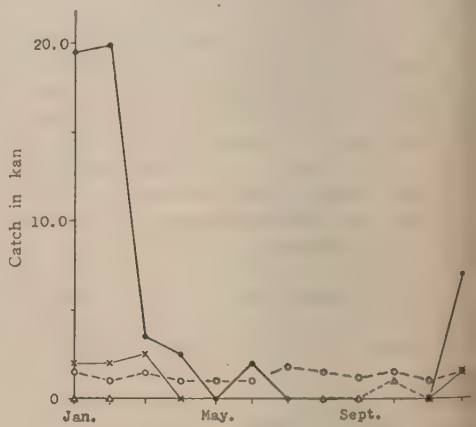



**Fig. 3.** The monthly variation of the octopus catches in the operation of the octopus pot and the hand line.
×—× Catches by the hand line, ●—● the octopus pot in the B fishing ground. △---△ Catches by the hand line, ○---○ the octopus pot in the C fishing ground.

B 海区 12～3 月，C 海区 6～8 月の盛漁期はストック量の増加によるものと考えて差支えないように考えられる。とくにB海区では冬期のストック量が著しく増加して後急減するのに対し，C海区では夏期に幾らか増加するが毎月ほとんど同じストック量が保たれているように思われる。この夏期に増加する量はストックの絶対量の増加によるのではなく，漁獲可能度が増したための相対的な量の増加とも考えられるであろう。

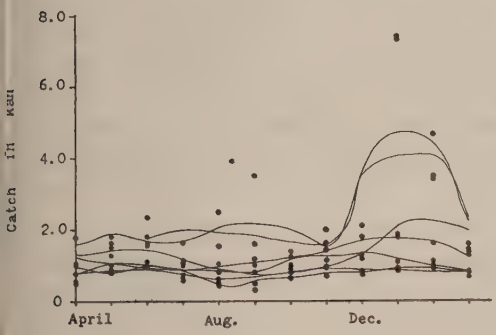



**Fig. 4.** The monthly variation of the octopus catches per boat-day during from May 1947 to March 1954 at Kominato: —line, obtained by the method of moving average of every three month.

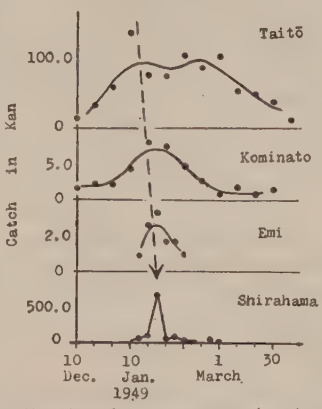



**Fig. 5.** Showing the octopus moving in winter by the catches per boat-day.
Taitō; The average value of catches per boat-day by the octopus pot in each ten days.
Kominato; The average value of catches per boat-day by the hand line in each ten days.
Emi; The average value of catches per boat-day by the hand line in each five days.
Shirahama; The average value of catches per day by the hand line in each five days.

さらにB海区中の小湊で釣によるマダコ漁獲量の資料を使い，1947 年5 月より 1954 年3 月に至る間の1日1隻当り平均漁獲量を求め，これを各年度ごとに月別に示すと Fig. 4 のようになる。図を見ると平均漁獲量の月変動の傾向は年によつてかなり異なることがわかる。すなわち年によりマダコのストック量が 12～3 月に急増し，或は 5～7 月乃至 7～10 月にやや増加する傾向がある。また Fig. 4 からこれらの月以外にも年により毎月ほぼ決つた量のマダコのストックが存在するように考えられる。

当業者の間では外房では年により冬期に北方から南方に向つて，沿岸にそつて移動するマダコの群があるといわれている。いま冬期豊漁であつた 1948 年 12 月～1949 年 3 月に於ける太東・小湊・江見・白浜の漁獲量の資料から，旬別の1日1隻当り平均漁獲量を求めこれを図に示すと Fig. 5 のようになる*。Fig. 5 で見ると太東の1月10日を中心とするストックの増加を示す山は小湊・江見・白浜の1月 20～30 日の山に移行するように見える。しかし太東の2月 10～30 日の山が他の漁場にあらわれていないので，この山のずれがそのままマダコの移動を示しているとは断言出来ない。しかしながら，太東のタコ壺漁場へ移入したストックがそこに滞留して南方へ移動しない場合も考えられ，或は，またタコ壺漁場を通らないで小湊・江見などの釣漁場に来游する場合も考えられるであろう。とにかく外房のマダコのストックには周年滞留して夏期に量を増す群と，冬期に移入してくる群とがあるといつてよいだろう。

### 2. 成熟・産卵に関する考察

1954 年 5～12 月の期間に，小湊魚市場に水揚された漁獲物，及び小湊内浦湾内で直接採捕したマダコの

* 江見の資料は期間が短いので半旬（5日間）の平均漁獲量を示した。白浜の資料は短期間で，しかも出漁船数の資料を欠くので半旬ごとに1日平均の漁獲量を記した。またこの期間に行われる漁法は太東がタコ壺，小湊・江見・白浜はタコ一本釣である。

さらに小湊に於ける 1927 年より 1939 年に至る間のマダコの漁獲資料には大きさ別（大・小及び小小）* の記載があるので，これから月別漁獲量の平均値を求め大ささ別を百分率であらわすと Fig. 9 のようになる。また Fig. 9 には冬期（12～3 月）の漁獲量が最高の年（1938 年，4 ケ月の漁獲量総計 13249.16 貫）と最低の年（1937 年，同計 251.79 貫）の「大」の割合も記した。Fig. 9 を見ると冬期移入量が多い年には漁獲物のほとんど 100% 近くが「大」であり，移入量の少い年に較べてその割合は極めて大きい。この事は同じ冬期に地付き群よりも移入群の方が体長の組成が大きい事を意味していると考えられる。マダコの「大」（200 匁以上）は体長・体重関係から換算すると体長は 55～60cm 以上であつて（Table 3, Fig. 8），先述したようにマダコは体長 40～50cm の大きさに達すると交尾・産卵すると考えられるから，冬期の移入群は大部分が 3 月以降産卵を行うものと考えられる。

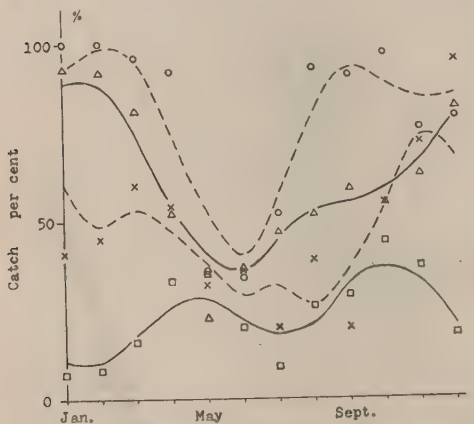



**Fig. 9.** The monthly variation of the small and the large octopus catches. Dashed line, large octopus. ○ 1938 (abundant catch), × 1937 (scarce catch). Solid line, mean value of the catches during the period between 1927 and 1939, △ large octopus, □ small one.

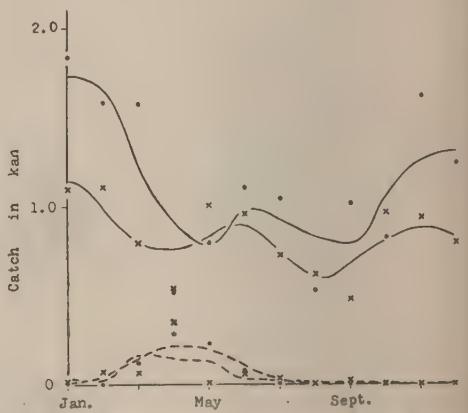



**Fig. 10.** The monthly variation of the catches of the small octopus (dashed line) and the total catches (solid line) per boat-day during the period between Jan. 1951 and Dec. 1952.

また，外房におけるマダコのストックの添加群には，冬期の移入群のほかに産卵・成長により漁獲可能体長に達した補充群が考えられる。小湊に於ける体長測定の資料の中で，釣・見突による漁獲物の最小個体は体長 20cm，体重 40g であつた。さらに体長頻度分布（Fig. 7）から考えて漁獲可能体長は体長 20cm 以上であろう。先述したようにマダコの産卵期は比較的長期に及ぶと考えられるので，ストックに加わる時期も長いものと思われる。1951 年 1 月～'52 年 12 月の小湊のマダコの漁獲量の資料には「小小」** の記載があるので，この期間の 1 日 1 隻当りの平均漁獲量と同じく「小小」の平均漁獲量を求め，これを月別に図に記すと Fig. 10 のようになる。この「小小」の平均漁獲量で補充量が示されるとすると，Fig. 10 より添加する時期は 4～5 月が最も多いといえる。しかし 1951・'52 年の例は冬期の移入量の少い年（12～3 月の合計はそれぞれ 1267.43 貫，642.10 貫）である事，Fig. 9 の漁獲量に「小小」のしめる割合の多い月は 4・10 月を中心とした 2 期に分れる事，さらに 6～7 月の体長頻度分布（Fig. 7）に「小小」がかなり含まれている（その割合は 21.6%）事などは，いずれも補充群がストックに加わる期間が長期に及ぶことを示すもの

---

* 故中村秀也氏の覚書によるもので，「大」は 200 匁以上，「小」200～40 匁，「小小」40 匁以下である。これを体長・体重関係から体長に換算すると，それぞれ「大」55cm 以上，「小」55～35cm，「小小」35cm 以下となる。

** 普通「クモダコ」或はただ「クモ」と呼ばれている小形のマダコで，ここでは体長 20～35cm，体重 35～150g の大きさのものである。

であろう。

### 4. 減耗割合の推定

外房に於ける冬期のマダコの移入群が，北から南へ向つて沿岸にそつて移動するものと考えて，田内(1956)の方法を使つて減耗割合を推定する。太東（蛸壺）・小湊（蛸釣）に於ける 1942 年より 1954 年に至る間の 12～3 月の 1 日 1 隻当り平均漁獲量の資料を使つて，日・半旬（5 日）・旬（10 日）・月（30 日）を単位期間とした減耗割合を求めると Table 4 のようになる。単位期間の体重増加割合は月別体長測定の資料から換算して，各期間でそれぞれ 0.008（日），0.041（半旬），0.083（旬），0.104（月）とした。この減耗割合には漁獲による間引割合と自然死亡の割合とが含まれているから，両漁場で同じ期間の自然死亡割合に差がないと考えると，Table 4 に示した両漁場に於ける減耗割合の差はそのまま蛸壺と釣の漁獲割合の差，すなわち漁獲性能を示す割合の差と考えてよいであろう。表でみると各期間とも釣よりも蛸壺の方が能率がよいように思われる。しかしその差は半旬を境にして期間が長くなるにしたがつて減少する傾向にある。この事はおそらく両漁場に於けるタコの滞留期間が異なるためであろう。

**Table 4.** Diminishing rate of the weight of stock.

| | Fishing ground | Fishing type | Period | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | One day | Five days | Ten days | Month |
| A | Taito | Octopus pot | 0.016 | 0.077 | 0.089 | 0.132 |
| B | Kominato | Hand line | 0.011 | 0.050 | 0.077 | 0.129 |
| | A—B | | 0.005 | 0.027 | 0.012 | 0.003 |

また，先に述べたように外房のマダコの漁獲量が増加する時期は，冬（12～3 月）と夏（5～8 月）の 2 度あつて，ストックは周年滞留する地付きダコの群と移入する群とからなると考えられる（Fig. 4, 10 参照）。

そこで田内 (1953) の方法を使つて 1951～'54 年の小湊の月別平均漁獲量の比率の平均値から年並びに月減耗割合を求めると，それぞれ 0.63, 0.11 を得る。ここに滞留期間 T は $^3/_4$ 盛漁期を用い 8.5（箇月）とした。月減耗割合は田内の両方法 (1953, 1956) を使つて比較的近い値を得たが（それぞれ 0.11, 0.13），これを先に田中(二) (1955) が神奈川県久里浜の月別平均漁獲量の資料から同じ方法で求めた月減耗割合の値 (0.008) と較べるとやや高率になつている。この事はかりに小湊と久里浜でマダコの自然減耗割合に差が認められないとすると，両漁場で行われる釣漁法の性能の差と考えられる。なおタコ漁業の漁獲性能に関する諸問題については，現在検討中なので何れ後の機会に報告する事にする。

終りに研究に際して終始御指導戴き本稿の御校閲賜わつた大島泰雄教授，有益な助言を与えられた田内森三郎博士，猪野峻博士，種々便宜を計られた東京水産大学宇野寛講師，増田辰良助手，協力を得た小湊・太東・江見・白浜各漁業協同組合に謝意を表する。

### 文　　献

1) 井上喜平治：水産界，No. 802, (1951).
2) 田内森三郎：資源物理学，(1953).
3) 田内森三郎：漁業資源管理論，(1956).
4) 田中二良：水産増殖，**1** (3・4), (1954).
5) 田中二良：水産増殖，**3** (1), (1955).
6) 東水大小湊臨海実験場：小湊海洋観測表. (1932～1953).
7) 農林省千葉統計調査事務所：千葉県海面漁業漁獲統計表，No. 2, (1954).
8) Rees, W. J.: *Jour. Mar. Biol. Assoc.* **29** (2), (1950).
9) Rees, W. J. & J. R. Lumby: *Jour. Mar. Biol. Assoc.* **33** (2), (1954).

# サンマの資源量を推定する試み

土 井 長 之
(東海区水産研究所)

# A Trial on Estimating the Abundance of Population of the Pacific Saury *Cololabis saira* (BREVOORT)

Takeyuki DOI
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

Studies on the Pacific saury *Cololabis saira* (BREVOORT) mainly caught by stick-held dip nets have cleared some amounts of information of factors pertinent to formation of fishing grounds. But a treatment such as population dynamics has not been attempted for the present species because problems of the age composition or migration have not been solved perfectly till now.

In this report, the author has estimated the parameters of population such as abundance of population, natural and fishing mortality and so on under the assumptions that:

1. Variations of population are expressed as eqn. (1);
2. Natural mortality did not change so largely for recent several years;
3. Fluctuations of recruits are influenced on by oceanographic conditions.

The results of calculation by the trial-and-error method with help of the analogue computer are described as follows:

a. If instantaneous rate of natural mortality $\mu$ and efficiency of effort $\alpha$ are equal either to 1.0 and $\frac{1}{100,000}$, or to 0.5 and $\frac{1}{50,000}$, secular variations of catch are interpreted dynamically;

b. In the former situation, rate of exploitation and natural mortality are about $\frac{1}{4}$ and $\frac{1}{2}$. In the latter, those are $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$;

c. Survival rate is about $\frac{1}{4}$ in each situation.

The assumption 2 described above is felt uncertain. By analysis of biological informations in the survey of fishing grounds, more sufficient conclusions can be derived though calculations will become complicated.

## 1. 緒 言

さんま *Cololabis saira* (BREVOORT) は産卵回游魚であつて，産卵回游の途上で漁獲されるので，その年の海況特に親潮前線の状態によつて魚群の分布が変化し，漁況が大きく支配される。それだけではなく，海況は又その年の魚体の組成にも影響を及ぼし，体長組成のモードが一つであつたり，又年によつては2つあることもある[1]。漁場構造が漁業に，そして魚体組成にこのような影響を与えることは当然考えられることである。しかしそのようなサンマといえども一般的な資源研究の方法論の外に出るものではない筈である。即ち卵や稚魚が親魚から生れ，それが商業漁獲の対象としての加入量となり，資源量となる。その間で，種

1958 年 2 月 28 日受理
東海区水産研究所業績B第 282 号

の環境要因によつても量的な又生態的な変動や変化がおこるが，漁業も又量的な変動をおこす原因となる。従来のサンマの研究は環境要因，特に漁場についての情報が重視されていたわけである。サンマの年令組成に春生れ秋生れ等による体長組成の変化についての生態的な性質がよく判つていなかつたことも又一般的に資源解析を困難にしている一因だと考えられる。

このような場合に，海況の影響と漁業（漁獲努力量）の影響とを分離して知り，或は加入量についての情報を知ることは特に困難ではあるが，いくつかの条件を想定してみてサンマの資源解析を試算してみたのが本報告である。言うまでもなくこれは試算であつて，資源がこのような状態にあることを説明するものではなく，このようにも考え得るということを示すだけであつて，どのような仮定が正しいかは仮定に基いてひき出した結果と，実際の変動や生態的性質とを照し合せてみて判定すべきものである。ここではその判断のための目安を提供する。比較照合する場合に抽象的な表現を以てするよりは数字で以てする方が具体的であるから，このような試算も無意味ではないと思う。

## 2. 計算の基にしたサンマ漁業の漁獲努力量と漁獲量

昭和 26 年から 31 年までのサンマ漁業について取扱い，漁獲量及び漁獲努力量は農林統計による数字を採用した。資源の取扱においては尾数を以て計算するのが便利であるため，漁獲重量を漁獲尾数に換算して行うべきであるが，尾数に換算しても変動の傾向には大きな変化はおこらないので，この報告では重量のままで取扱つた。だから相対的な変動を計算したと解してもよい。

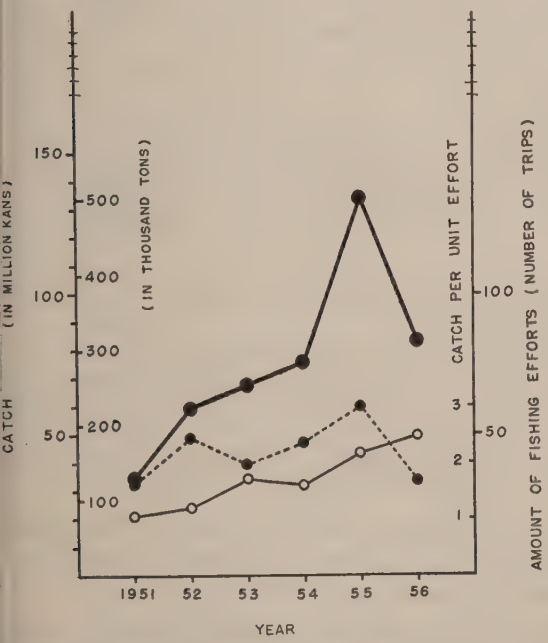



**Fig. 1.** Secular variations of the catch (thick solid line), the amount of fishing efforts (number of trip, fine solid line) and the catch per unit effort (dotted line) in the Pacific saury *Cololabis saira* (BREVOORT) fishery.

漁場により，魚群の密度により，漁船の大きさにより，又集魚燈や漁具の相異により同じ1航海でも資源に加える漁業の圧力は異つてくるので，漁獲努力量については精密には以上の要因を考えて有効努力量を求めなければならない。しかしこの問題はこれだけでも一つの研究項目になる性質のものであるし，目下のところはそのような精密さよりは，大体でもよいから資源の変動傾向を見極めるというねらいで，漁獲努力量は航海数をそのまま採用して計算した。サンマ漁業は目的魚種と実際の漁獲魚種とが違つたりするというようなことはないし，又底曳漁業のように混獲や魚種別のすみ分けというような問題もないので，有効努力量を精密に取扱わなかつたことによる偏りもある程度は無視されると思う。第1図に漁獲量，漁獲努力量（航海数）及び1航海あたりの漁獲量を示す。

## 3. 資源変動の機構について

サンマの年令組成を求めて，それに基いて資源を論じたものもあるが[2]，一般的にはサンマは目下のところ年令査定が困難のようである。このような場合の資源の取扱い方として次のような考え方をした。

漁獲努力量及び漁獲量から資源量及び加入量を推定することを目的としているのであるから，資源の変動機構としてはさしあたり“加入量及び漁獲努力量の変化に応じて漁獲量が変る”として計算上の機構が模型がつくれる。そして“加入量や努力量の年々の変化はその年の海況等に影響される”という説明をすることにすればよい。

資源量，加入量，漁獲努力量，漁獲量，生残率，自然死亡率や漁獲能率等の資源力学上の諸種の特性値についての記号，及び資源の変動法則を示すところのこれらの特性値間の関係式は次のようである。

添字 $i$：年 Year

$P$：資源量 Abundance of population

$R$：加入量 Recruits

$X$：漁獲努力量 Fishing efforts

$C$：漁獲量 Catch

$S$：生残率 Survival rate

$F$：漁獲率 Rate of exploitation

$\phi$：漁獲係数 Instantaneous rate of fishing mortality

$\mu$：自然死亡係数 Instantaneous rate of natural mortality

$\alpha$：漁獲能率 Efficiency of unit effort

$$\left.\begin{aligned} C_i &= F_i P_i \\ P_i &= R_i + S_{i-1} P_{i-1} \\ F_i &= \frac{\phi_i}{\phi_i + \mu}\left\{1 - e^{-(\phi_i+\mu)}\right\} \\ S_i &= e^{-(\phi_i+\mu)} \\ \phi_i &= \alpha X_i \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

## 4. 計算について

前節で述べれ各種特性値のうち，判っているのは $X_i$ 及び $C_i$ である。これだけから (1) 式を解くことは不可能であるので，$\alpha$ 及び $\mu$ を色々と仮定した場合を式 (1) によつて計算してみることにする。この計算はアナログコンピューターですれば早くて便利である。$\alpha$ を $\frac{1}{10,000}$ から $\frac{1}{100,000}$ まで，$\mu$ を 0 から 1.0 まで変化させた場合のいくつかの組合せについての計算例を漁獲量の相対値で第2図に示す。

第2図でみると，$\alpha = \frac{1}{100,000}$，$\mu = 1.0$ 及び $\alpha = \frac{1}{50,000}$，$\mu = 0.5$ の2つの場合が実際の漁獲変動の傾向と合致している。それで資源変動の状態や特性値がこのような値であるとみなしてもよいことを示している。それはこのように考えても漁獲の変動をある程度説明出来るからである。

これらの場合の資源量 $P_i$ 及び加入量 $R_i$ を示すと第3図となり特性値（漁獲率，生残率及び年間自然死亡率）は第1表のようになる。ここで $R_i$ の変動は海況とか生態的な加入条件などの補充機構の問題として説明すべきであつて，漁場の分析等からその情報が得られるであろう。そしてそれで説明がつくならば上述の資源分析の正しさが証明されることになるが，ここでとり上げた資料のみではこの判定は出来ない。

特性値についてみると，生残率が $\frac{1}{4}$ 程度であるので同一魚群が漁業の対象となるのは3ヶ年にわたることはなく2ヶ年位であることがわかる。又漁獲を含めた自然死亡率は約 $\frac{1}{2}$ 又は $\frac{1}{4}$ であつて前者では1年の漁獲率は $\frac{1}{4}$，後者は $\frac{1}{2}$ である。上にも述べたように，いづれの場合の方が真実の資源の状態に近いかはここでは判らないが，生態的或は漁場構成等の知識からこの点が解明されることが望ましい。強いて私見を述べるならば漁具能率の点等からみて前者が資源の状態に近いと思う。

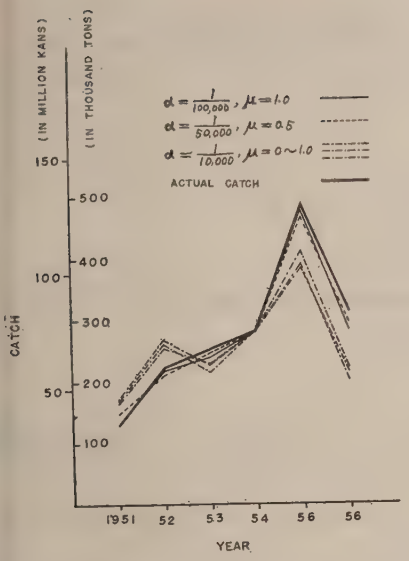



**Fig. 2.** Comparisons of secular variations of the actual catch of saury with calculated catches under some assumptions of efficiency of effort $\alpha$ and instantaneous rate of natural mortality $\mu$.

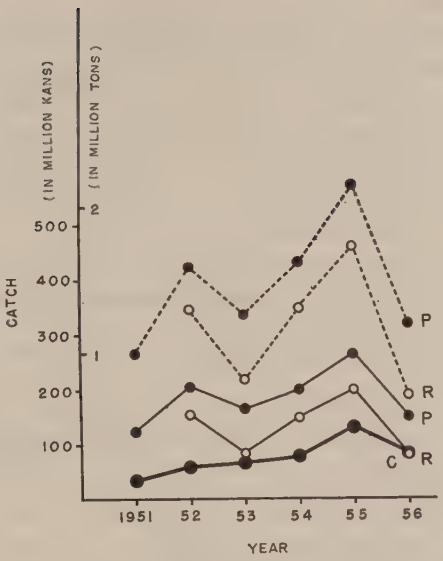



**Fig. 3.** Estimated abundances of population P and recruits R. Thick solid lines stand for the actual catch C. Dotted lines and fine solid lines correspond to the situation 1 and 2 in Table 1 respectively.

**Table 1.** Estimations of population parameters such as rate of exploitation $F$, survival rate $S$ and natural mortality $M$. Estimating formulae and notations are shown in eqn. (1).

Situation 1 is under the assumptions that efficiency of effort $\alpha$ and instantaneous rate of mortality $\mu$ equal $\frac{1}{100,000}$ and 1.0. And situation 2 is under the assumptions that $\alpha = \frac{1}{50,000}$ and $\mu = 0.5$.

| Year | Situation 1 assuming: Efficiency of effort $\alpha = \frac{1}{100,000}$, Instantaneous rate of natural mortality $\mu = 1.0$ | | | Situation 2 assuming: Efficiency of effort $\alpha = \frac{1}{50,000}$, Instantaneous rate of natural mortality $\mu = 0.5$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rate of exploitation $F$ | Survival rate $S$ | Natural mortality $M$ | Rate of exploitation $F$ | Survival rate $S$ | Natural mortality $M$ |
| 1951 | 0.13 | 0.29 | 0.58 | 0.28 | 0.41 | 0.31 |
| 1952 | 0.14 | 0.28 | 0.58 | 0.29 | 0.40 | 0.31 |
| 1953 | 0.20 | 0.25 | 0.55 | 0.41 | 0.31 | 0.28 |
| 1954 | 0.18 | 0.26 | 0.56 | 0.39 | 0.33 | 0.28 |
| 1955 | 0.23 | 0.23 | 0.54 | 0.50 | 0.26 | 0.24 |
| 1956 | 0.26 | 0.21 | 0.53 | 0.56 | 0.22 | 0.22 |

## 5. 論議と結び

サンマの資源調査は従来は主として漁場構造論より取扱われてきているが，一般的資源論と同じように加

入量からの資源量の変動を資源力学的に取扱うことをこの報告では試みてみた。その場合，資源構造や自然死亡等について仮定をおいて試行誤差法によつて計算をしてみて，実際の漁獲変動と相対的傾向を比較して両者の傾向のかなり合つているものを現実に近い資源の状態と判断して，資源量，加入量や各種特性値を求めるという方法を採用した。サンマについては資源力学的な研究はあまり行われていないので，先ず大体の傾向をみる意味で試算を行つたものである。試行誤差法によつて求めたものであるから，絶対的なものではないが漁獲率や加入量の大きさや資源の構造の範囲の目安はあたえ得るであろう。その実証はここであげた資料のみからは求むべくもなく，他の生態的な且つ他の資源論上の根拠によらねばならない。

さて本報告での資源計算上の主な仮定は次のようなものである。

1. 資源の変動構造は式 (1) による。
2. 昭和 26 年から 31 年までの数年間は逸散も含めて年間自然死亡率に大きな変化はない。故に自然死亡係数はこの間一定とする。
3. 加入量の変動は海況等の影響による。

そして計算の結果は

a. 自然死亡係数 $\mu = 1.0$，漁獲能率 $\alpha = \frac{1}{100,000}$ か $\mu = 0.5$，$\alpha = \frac{1}{50,000}$ かの 2 つの場合が資源変動の説明がつく。

b. 前者では漁獲率約 $\frac{1}{4}$，自然死亡率約 $\frac{1}{2}$ であり後者の場合には漁獲率約 $\frac{1}{2}$，自然死亡率約 $\frac{1}{4}$ である。

c. 生残率はいづれも約 $\frac{1}{4}$ である。

仮定の 2 は疑問が多い。漁場の調査等によつて生態的なことを分析すれば，これについての詳しいことが判明し少し面倒にはなるが正確な結論が得られるであろう。

尚，アナログコンピューターの計算操作及び図表作製については額田美和子氏に多大の労をわずらわした。ここに深く感謝する。

## 文　　献

1) 木村喜之助: 海況による魚群の集合・分離の一理論．第 1 報　東北海区秋季のサンマ漁場に関して，東北海区水産研究所研究報告 7，103～145 (1956).
2) 久保雄一・武藤康博: 太平洋側サンマの漁業生物学的研究—Ⅲ．年令別漁獲量について—Ⅰ．宮城県水産試験場試験報告，昭和 28 年度，56～57 (1957).

# 鱗の輪紋の研究—I.

## 輪紋の不形成現象*

安田秀明
(東京水産大学)

# Implications of the Scale Ring.—I.
## The Phenomenon of Unformed Rings on the Scales

Hideaki YASUDA

With *Carassius carassius* having been kept for a long time in deficient nutrition, it was found that scale ring formation in such a state never proceeds in a regular manner, the position and the number of rings varying widely according to the site of the scale on body surface.

Structural design appeared not different from only in the central place of scale that of usual regenerated scales but for some cracks radiating to the scale edge. These abnormal scales are considered to growth in a peculiar mechanism, unlike the ordinary regenerated ones, and named by the author as "dissolved scales".

Comparing the fish body length calculated from the size of scale with the actual body length frequently measured during the lapse of 2-4 years, it was ascertained that the experimental fish did grow in size without any formation of the year ring.

**貧栄養下での飼育実験** 1943年頃に孵化したフナ数十尾を日当りの悪いコンクリート溜池で餌料を投与せずに飼育した。1950 年から '53 年まで毎年8月中旬に体長を測定して採鱗した。この地方のフナの肥満度は 30～35 であるが，'50～'53 年のこの池のフナの肥満度は 19～25 に減じ，かろうじて生命を保つているもののようであつた。最初からの魚が生残つたと思われるものは 15 尾であつたが，'50 年にはこの池で孵化したと思われる平均体長 3.6cm のもの 56 尾，4.7cm のもの 54 尾（これ等は '51 年には 4.3cm のもの 50 尾，6.0cm のもの 51 尾に，又 '52 年には 5.0cm のもの 20 尾，6.6cm のもの 38 尾になつた）2 群も棲息していた。'52 年の著しい減少はカメの侵入して与えた被害によるものである。

貧栄養下で長らく飼育すると鱗の輪紋がとくにまちまちに現われるようになり，輪数にも不同を生じた (Table 1)。鱗相にも変化を生じて，中央部が再生鱗のように網状構造になつて薄くなり，又辺縁に達する割

**Table 1.** The malnutritional effect on ring formation reflected in irregular occurrence of scales with varying ring numbers.

| Fish | Boly length (cm) | Number of scales with 1～8 rings | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| A | 15.1 | 24 | 53 | 65 | 35 | 13 | 1 | | |
| B | 15.1 | 1 | 4 | 13 | 9 | 2 | | | |
| C | 15.8 | | | 2 | 5 | 9 | 2 | 4 | 2 |
| D | 12.6 | | 5 | 22 | 25 | 11 | 3 | 1 | |

Fish: *Carassius carassius* (L.) kept long in a deficient state of nutrition.

1958 年 5 月 15 日受理

* 昭和 28 年 11 月三重大会で発表した。

れ目が生じた。

鱗の網状構造部分の形はほぼ鱗の外形と相似であるから，網状構造部分の長径 $l$ と鱗の同方向の長さ $L$ との比 $l/L$ をもつて網状構造部分の相対的大きさを表わす値とした。魚体の表面をいくつかに区分して，その部位毎に $l/L$ の値を集計し，その部位の鱗の総数で除した値をもつて，その部位の網状構造部分の相対的大きさの平均値 $[l/L]$ とした。部位別に網状構造部分をもつ鱗の数の総数に対する百分比の値をもつて類様な鱗の混入率(%)を表わした。Fig. 1 A, B, C に $[l/L]$ と混入率との関係を示す。図Aは個体別，図Bは部位別の関係である。

魚体の部位，個体の大小によつて大差なく，$[l/L]$ が増すにつれて混入率の増大する様子は図 C の関係とともにほとんど同一の傾向をもつものとみられる。魚体の中央部だけのものについてその関係をみると（図C），魚体の肥満度が低下するにつれて，$[l/L]$ も混入率もともに増大する傾向があるように思われる。なお，1951 年には網状構造部分をもつ鱗の混入率が 80% を超えていなかつたにも拘わらず '53 年には 100% に達している。

網状構造部分をもたない鱗を魚体の中央部附近に 24～30 枚もつ個体 4 尾について，鱗の成長の核心から各輪紋までの距離 $r_i$ を測定し，これをその鱗長 $R$ で除して得られる比輪紋長 $r_i/R$ を求め，それの頻度分布を Fig. 2 に示した。Table 1 の輪紋数のうち最大値をもつて，それぞれの個体に現われた年輪数とみなし，Fig. 2 の頻度曲線のおのおのの山の位置に対応する体長を計算して，これと実測体長との関係を Table 2 に示した。

個体 A, B, C では '44 年から D では '45 年から毎年1輪ずつあらわれたものとすると，個体 C, D では '50 年，'51 年のそれぞれの実測体長の間に1輪ずつあらわれているが，個体 A では '50 年，'51 年に，B では '49, '50, '51 年に，D では '52 年，'53 年にはあ

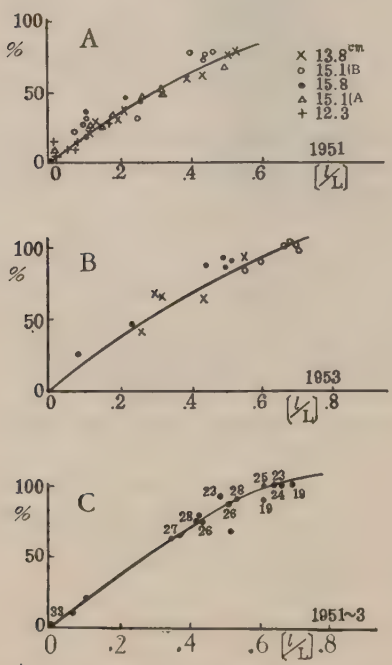



**Fig. 1.** The relation between the adulteration percentages of dissolved-scales, and the mean value of $[l/L]$ (relative extension of dissolved portion).
A: classified for individual fish (body-length)
B: classified for portions, above (×) below (●) and along (○) the lateral-line. (12.6cm, 37.7g.)
C: the numerals mean thinckness-coefficient.

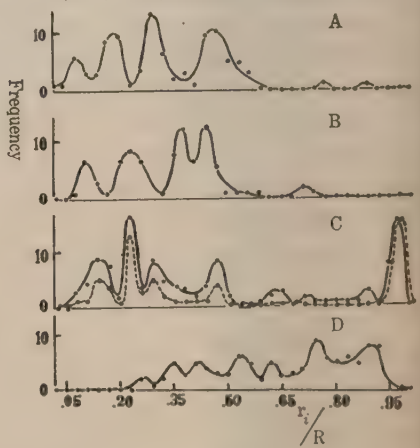



**Fig. 2.** Curves showing the relative distance frequency of scale ring, $r_i/R$, for different fish individuals (A, B, C and D).
$R$ and $r_i$ express respectively the distances from scals focus of edge and the ring. ○, clear rings; ● total of clear and indistinct ring.

**Table 2.** The relation between calculated- and observed-body lengths.

| Fish \ Year | 1944 | '45 | '46 | '47 | '48 | '49 | '50 | '51 | '52 | '53 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Calculated- and **observed**-body lengths cm. | | | | | | | | | |
| A | 3.6 | 4.8 | 6.3 | 8.6 | 12.2 | 13.6 | — | — | | |
| | | | | | | | **14.4** | **15.1** | | |
| B | 4.0 | 5.4 | 7.2 | 8.1 | 11.6 | — | — | — | | |
| | | | | | | | **14.7** | **15.1** | | |
| C | 4.4 | 5.7 | 6.8 | 8.7 | 10.9 | 12.2 | 14.1 | 15.5 | | |
| | | | | | | | **15.0** | **15.8** | | |
| D | ? | 5.1 | 5.7 | 6.8 | 8.0 | 8.9 | 10.0 | 11.5 | — | — |
| | | | | | | | **11.3** | **12.0** | **12.4** | **12.6** |

Scales began to appear when the body length attained to 2.5 cm. Scale rings were configurated in June and body length measurement was performed at the middle of August.

われていないことになる。

悪環境条件で飼育したコイの鱗ではカルシムが吸収されて circuli の排列が乱れるこを市川[1]が報告している。

**溶解鱗と再生鱗**　網状構造部分と割目ともつ鱗（溶解鱗とよぶ）と再生鱗とについ $[l/L]$ の値，或いは $l/L$ の平均値と溶解或いは再生鱗の混入率（%）との部位別分をそれぞれ Fig. 3 A, B に示した。

溶解鱗の混入率は側線附近と下腹部後方ととくに多く，頭部では少いが，再生鱗の混率は胸鰭でおおわれた部分を除く側線附近くに体高の最も高い所と尾の付根前方に多，背部では甚だ少い。$[l/L]$ の値或いは $l/L$ 平均値の分布は前者では側線沿いと下腹部方とで大きいが，後者では部位的に大差がい。

上述のことからみて，溶解鱗における網状造部分が再生鱗の場合とは別な機構によつ形成されたとみなされる。

以上の結果を綜合考察すると，貧栄養下でい間飼育すると，魚体はやせ遂には鱗の構

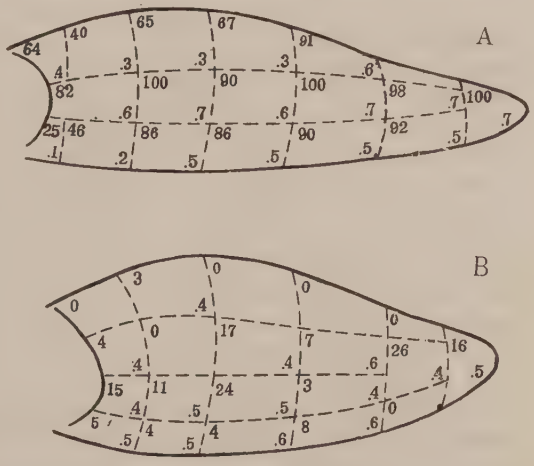



**Fig. 3.** The adultration percentage and the mean relative extention of the meshy structure in "dissolved scale", $[l/L]$. A: Dissolved scales. (The sample *Carassius carassius* (L.) was caught in a pond of Kisogawa-town in Aug. 1953. 12.6 cm, 37.7 g) B: Revived scales (The sample *Carassius carassius burger*; Tet S was caught in Lake Suwa, Aug. 1951. 10.7 cm, 39.5 g).

要素である或る種の物質が逆に体内へ吸収されていくために見た所，再生初期と同じような網状構造が鱗中心部分に生じ，これが逐次縁りに向つて拡大していくものと考えられる。

こう考えると，再生鱗の構造がやがて正常化するか否か[2]はその魚の栄養状態と密接な関係をもつ現象として説明し得られるように思われる。すなわち鱗が再生する場合，魚体の栄養状態がとくに良ければ，初め生じた網状構造部分も漸次復旧して正常鱗と区別しがたくなり，栄養状態が不良ならば網状構造部分がそのまま残る。貧栄養下では正常鱗においても吸収がおこつて，上述のような網状構造を中心部にもつ鱗が生るものと考えられる。

本文を草するにあたつて御指導を賜わつた田内森三郎先生に感謝する。

## 文　献

1) 市川竜資：魚鱗の構造とその吸収現象について，本誌，**18** (1)，1952 年度大会講演要旨.
2) 鈴木　亮：金魚における再生鱗の形態の変遷，魚類学雑誌，**2** (4, 5)，1952.

# 成長の抑制されたアサリの移殖による成長と殻形の変化について

崔 相・大島泰雄
(東京大学農学部)

# The Effect of Transplantation on the Growth and Shell Form of the Stunted Japanese Little Necked Clam, *Tapes japonica* Deshayes

Sang Choe and Yasuo Ohshima

In those habitats where shell growth is almost supressed due to prevailing unfavorable conditions, the little necked clam is rather malformed, thus giving rise to the "stunted" shell. Two groups of stunted little necked clams were obtained from the tidal flat of Ohsaki, Toyohashi City, Aichi Prefecture. One, called here Type A, consists of shells formerly transplanted to Ohsaki from the adjacent Muro district, and another, Type B, consists of shells native to Ohsaki. Type A of stunted little necked clams had still retained the former form of normally grown shells native to Muro, while Type B was distinguishable from normally grown shells by a rounder curvature of the posterior shell margin and a greater ratio of shell breadth to shell length. In both lots, shells of about 2 cm. in length and an estimated age of from two (Type B) to three years (Type A), were transplanted to the clam-bed of Ikawazu, Atsumi Town, in May 1953, and cultured until November for about six months. On the other hand, normally grown little necked clams (about one year of age) native to Ikawazu were used as control. On the basis of the measurements of shell length (L), shell height (H) and shell breadth (B) on transplanting and harvesting, the growth and form of the shell were discussed.

The results of the experiment are as follows:

1) After transplantation, the stunted shells of both lots grew as rapid as the shells which were used as control (Tab. 1, Fig. 1).

2) After being cultured under good condititons for six months, the stunted shells, especially Type B, showed a form of shell with the values of H/L or B/L approached to those of normally grown shells (Fig. 3 & 4).

3) B/L, especially, is a value very significant for the treatment of shell form. In the same age group, the larger values of B/L were observed on ill-grown individuals of both stunted and normally grown shells.

4) The form of shells is largely influenced by environmental conditions of the clam-bed. From the results mentioned in 2) and 3), it is suggested that the form of shells may be used as an indicator of the conditions of the clam-bed.

多くの二枚貝，たとえばカキ，ハマグリ (Hamai, I., 1935)，バカガイ（花岡・島津，1949)，アサリ（竹内，1936，池末，1941）などではその棲息場所によつて成長はもちろん，殻形も異なることが知られている。アサリの場合，地方によつてはダルマ型といわれて，極度に成長が悪く，異常な殻形の変形したものがみられるが，ここではこのような貝の形態が移殖したときに変化するかどうか，またこのような貝が成貝の点で養殖種苗となし得るかとうかについて調べた結果について述べる。

## 実験方法

実験の対象に使つた成長の抑制されたアサリは愛知県豊橋市大崎地先で採集したものである。それは2種からなる：A型，1951年秋に同市牟呂地先（愛知県におけるアサリ種苗の発生地）から移殖されたもの

1958年7月19日受理

れたもので，その後ほとんど成長せず，殻表は腐蝕してはいないが斑紋は不明瞭で一様に茶褐色を呈している。B型，大崎地先で発生したものであるが，成長が不良で貝殻は所謂ダルマ型であり，殻表の腐蝕度合がはなはだしく，灰白色を呈し，斑紋は認められない。

これ等のアサリを 1953 年5月中旬に愛知県渥美町伊川津地先の福江湾内に移殖し，同年 11 月上旬に取り上げてその成長と殻形を計測したが，これらの貝は移殖時までに発生後少くともA型は3年，B型は2年は経過していると考えられる。移殖場所は底質が砂礫で潮通しがよく，大潮時の露出時間が約4時間，湾内ではアサリの成長がよいといわれているところである。なお，移殖後の逸散を防ぐために，地上 5～6 cm の高さに竹簀を打ちこみ，面積 1.2 m² の囲いを作つて，その1区画当りに 100 個の材料貝を放養した。対照としては附近で採集したほぼ同じ大きさのアサリ（発生後1年経過）を使用した。A型，B型及び対照とも各々2区画を設定し，従つて放養数はそれぞれ 200 個である。

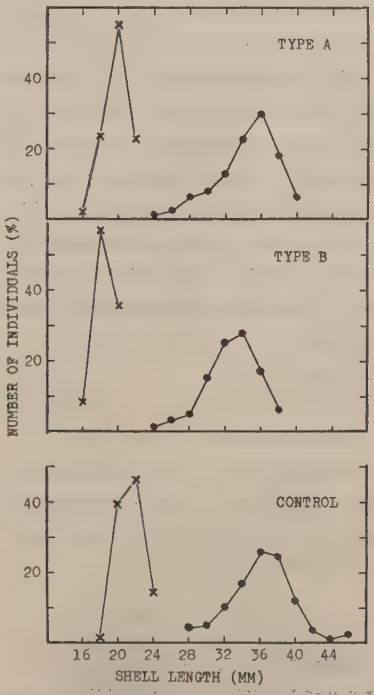
## 結　　果

成長：　移殖したアサリの放養期間 172 日の成長は表1の通りであり（成長率は平均殻長について $(L_t-L_0)/L_0$ で示した。$L_0$, $L_t$ はそれぞれ移殖時と取り上げ時の平均殻長），また移殖時と取り上げ時における殻長組成の推移を示すと図1のようになる。表 1，図1が示すように抑制貝の成長は，少くとも殻長と容積に関する限りでは，A型もB型も対照と比較して大差なく，むしろいく分優つているということができる。放養期間中の歩減はかなり多く，組によつて多少の相違はあるが，実験の始めの放養密度がかなり少ないので (69/m²) その成長に及ぼす影響は考えなくともよいと思う。

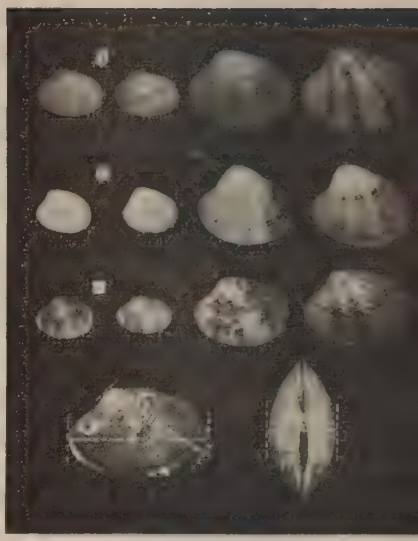
殻形の変化：　殻形の代表値として，ここでは一応殻長 (L cm) と殻高 (H cm) または殻幅 (B cm) の比，H/L また

**Tabel 1.** Comparison of growth between the stunted and normal little necked clams

| | | | Type A | Type B | Control |
|---|---|---|---|---|---|
| Length of shell (mm) | $L_0$ | Range | 16－22 | 16－20 | 18－24 |
| | | Average | 19.95 | 18.52 | 21.46 |
| | | Standard deviat. | 0.98 | 0.94 | 1.07 |
| | | Number of transplanted shells ($N_0$) | 200 | 200 | 200 |
| | | Numbers examined | 100 | 96 | 100 |
| | $L_t$ | Range | 24－40 | 24－38 | 28－46 |
| | | Average | 34.56 | 32.72 | 35.98 |
| | | Standard deviat. | 2.29 | 2.09 | 2.37 |
| | | Numbers survival ($N_t$) | 99 | 177 | 130 |
| Growth rate in shell length, $(L_t-L_0)/L_0$ | | | 0.73 | 0.77 | 0.68 |
| Volume per 100 individuals (cc) | $V_0$ | | 128 | 118 | 160 |
| | $V_t$ | | 690 | 607 | 772 |
| Growth rate in volume, $(V_t-V_0)/V_0$ | | | 4.46 | 4.14 | 3.78 |
| Mortality, $(N_t-N_0)/N_0$ | | | 0.56 | 0.42 | 0.35 |




**Feg. 1.** Comparison of growth of shell length between the stunted (Type A and B) and normal little necked clams.
×: on transplanting.
●: on harvesting.



**Feg. 2.** Specimens of the little necked clams; left two are on transplanting and right two are on harvesting in each rank.

A. Shells transplanted from Muro to Ohsaki.
B. Native shells of Ohsaki.
C. Native shells of Ikawazu (control).
D. Measurement position of shell length (L), shell height (H) and shell breadth (B).

は B/L を使つた。但しHの計測は図2の如くした。各移殖貝の個体群について，移殖時と取り上げ時における H/L 及び B/L の変化を示すと図3及び図4のようになる。

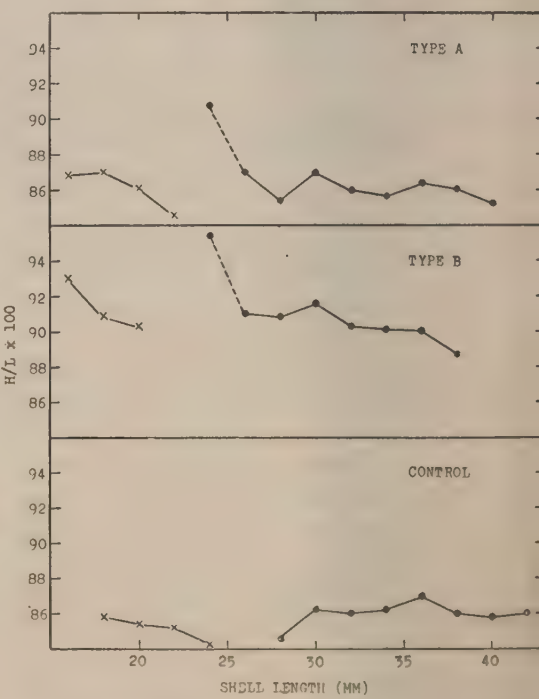
図によると H/L についてはA型，B型及び対照の移殖時におけるそれがそれぞれ .84～.87，.90～.93 及び .84～86 であつたものが，取り上げ時にはそれぞれ .85～.91（成長の最も悪い1階級を除くと .85～.87），.88～.95（同上，.88～91）及び .84～.87 となり，A型は移殖当時から対照と大差がなかつたが，B型では数値が減少し取り上げ時には対照に近い値を示した。

B/L（殻の厚み）については，対照の移殖時と取り上げ時の変化が .46～.49→.48 .51 となつているのに対し，A型では .47～.51→.47～.51（成長の悪い1階級を除く），B型では .53～.56→.48～.53（同上）となつて，H/L の場合とほぼ同様な傾向で変化しているが，その変化はより顕著であり，この場合にも移殖貝の殻形は対照のそれに近づくように変化しているということができよう。

なお，どの組をとつてみても，殻長の大きい個体すなわち同一年令群の中で成長のよい個体は H/L も B/L も比較的小さい値をとる傾向がかなりはつきり認められ，A型とB型では対照よりもその傾向が顕著である（図3及び4参照）。

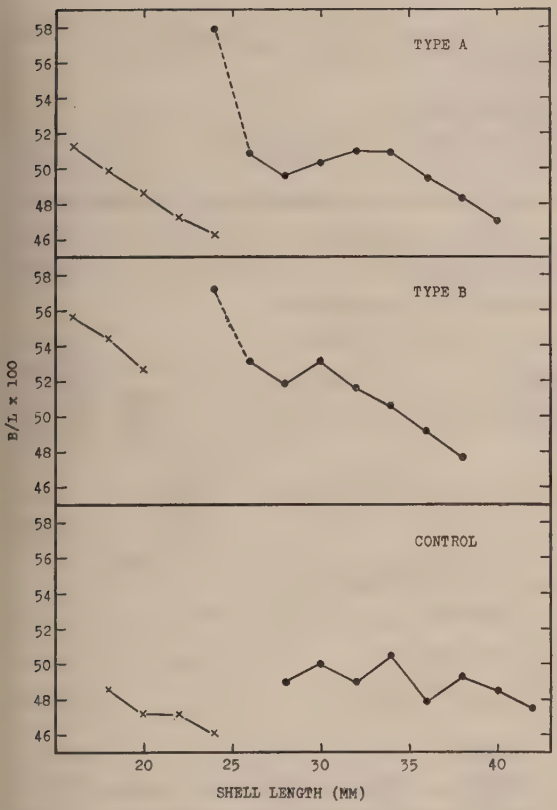
## 考　　察

実験の結果から，一応成長を抑制されたアサリでも抑制期間が3ケ年前後ならば，それを成長のよいといわれている場所に移すならば，移殖先のアサリと同程度に成長し，殻形も移殖先のアサリに近づくように変化するということができる。実験期間が




**Feg. 3.** Variation of H/L×100 with growth of shell length in the stunted (Type A and B) and normal little necked clams.

×: on transplanting.
●: on harvesting.




**Feg. 4.** Variation of B/L×100 with growth of shell length in the stunted (Type A and B) and noraml little necked clams.
×: on transplanting. ●: on harvesting.

6ヶ月前後であり，また移殖する時の殻長が 1.5～2.0 cm のものであつたので，若し期間を延長し，またより小形の貝を使うことができたならばもつとはつきりした結果がでたことと考えられる。抑制期間がもつと長い場合にはどうなるか，いいかえると貝が適度に成長するためには抑制期間に限度があるかどうかという点は問題として残される。

殻形については更に次の点が考えられる。前述のようにA型はもともと牟呂地先から大崎に移殖した貝であつて，移殖後成長が抑制されたため，殻形は見かけの上では多少変つているようであるが，H/L 及び B/L の点ではほとんど移殖当時のまま保たれたといつてよい。従つて大崎で発生当時から成長の悪いB型とは殻形が違うのは当然のことであろう。B型は前述のようにダルマ型といわれる殻形をもち，殻長が発達せず，ふくらみの強い特徴をもつているが，このような特徴特に B/L の大きく現われる傾向は，B型でも伊川津産の正常な貝でも，同一年令群のアサリをとつて調べてみると，殻長の小さい，すなわち成長の悪い個体に認められることが多い。以上要するに B/L の大きな数値を示すアサリは一般に成長の不良な貝であり，従つてこのような特徴をもつ殻形のアサリを産する地域はアサリの成長に不良な環境条件をもつところであるということにもなろう。いいかえるとアサリではその成長と関連して殻形を環境の指標として使うことができるということである。

## 文　　献

1) I. Hamai: Sci. Rep. of the Tohoku. Imp. Univ. Series. Biol. **10** (3), 485～498 (1935).
2) 花岡資・島津忠秀: 日水会誌. **15**, 311～317 (1949).
3) 竹内秀男: 養殖会誌, **6**, 77～83 (1936).
4) 池末彌: 水産研究誌, **36**, 82～89 (1941).
5) 山口県内海水産試験場: 調査研究業績, **2** (4), 1～11 (1952).

# On the Weight of Webbing in Water

Yûnosuke ITAKA
*(Department of Fisheries, Kyoto University, Maizuru)*

In the present paper, the author wishes to give a method for the estimation of the weight of webbing in water. Let $L$ be the length of a bar, $D$ its diameter, $l$ the length of netting cord required to make a knot and $D^*$ the diameter of the netting cord in the knot (Fig. 1). $D^*$ is considered to be somewhat smaller than $D$. Since one knot and two bars are alloted to one mesh in the webbing, its weight $w_M$ in water constructed of homogeneous $M$ meshes is expressed in gravitational unit as

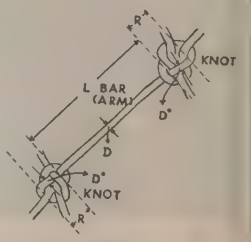


Fig. 1.

$$w_M = M\left\{2\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 Lp + \pi\left(\frac{D^*}{2}\right)^2 lq\right\}(d_n - d_w)\ , \quad \text{(g. wt. cm. units)} \tag{1}$$

where $(1\text{-}p)$ and $(1\text{-}q)$ are the porosities of the netting cord in the bar and the knot, $d_n$ and $d_w$ the specific gravities of the netting cord and the water, respectively. If the following equations:

$$\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 p = \pi\left(\frac{D^*}{2}\right)^2 q\ , \tag{2}$$

$$l = nD^*\ , \tag{3}$$

are hold, where $n$ is a constant depending on the type of knot, the equation (1) can be written as

$$w_M = M\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 p\left\{2L + n\sqrt{\frac{p}{q}}D\right\}(d_n - d_w)\ . \tag{4}$$

Practically, the size of a cord is not designated by its diameter, but by the total number $S$ of threads in the cord. Between $D$ and $S$ the following equation may be satisfied:

$$D = m\sqrt{S}\ . \quad \text{(cm. unit)} \tag{5}$$

In the case where the length of a bar is shorter than about half inch, the size of a mesh is commonly designated in Japan by the total counts $N$ of knots in a length 5 *sun* (=15.15 cm.). Let $R$ be the width of a knot (Fig. 1), the following equation may be satisfied between $L$ and $N$:

$$L + R = \frac{15.15}{N}\ . \quad \text{(cm. unit)} \tag{6}$$

If $R$ is expressed as follows;

$$R = kD^* = k\sqrt{\frac{p}{q}}D\ , \tag{7}$$

*Received Aug. 6, 1958.*

$k$ being a constant, the equation (6) becomes

$$L+k\sqrt{\frac{p}{q}}D=\frac{15{\cdot}15}{N} \quad (8)$$

Therefore, the weight $w$ in water of a unit shacle ($tan$) of webbing, or a piece of webbing with 100 meshes depth and 100 fathoms length, may be estimated in gravitational unit from the equations (4), (5) and (8) as follows;

$$w=0.25\times10^6\pi m^2pS\left\{30.30-m\sqrt{S}N(2k'-n')\right\}(d_n-d_w) , \quad (9)$$

where

$$k'\equiv k\sqrt{\frac{p}{q}} , \qquad n'\equiv n\sqrt{\frac{p}{q}} .$$

The constants $m$, $p$, $k'$, $n'$ and $d_n$ in the equation (9) can be determined experimentally. On the other hand, the equation (9) can be written as follows;

$$\frac{w}{A}=30.3S+BS^{3/2}N , \qquad \text{(kg. wt. unit)} \quad (10)$$

where

$$A\equiv0.25\times10^6\pi m^2p(d_n-d_w)\times10^{-3} , \qquad B\equiv-(2k'-n')m .$$

**Table 1.**

| Material (Commercial Name) | $d_n$ | $m$ | $p$ | $k'$ | $n'$ | $A$ | $B$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kurehalon | 1.63 | 0.024 | 0.65 | 2.60 | 20.0 | 0.0182 | 0.356 |
| Saran | 1.70 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 0.0206 | 〃 |
| Cremona | 1.27 | 0.029 | 0.45 | 〃 | 〃 | 0.0080 | 0.430 |
| Amilan | 1.16 | 0.024 | 0.65 | 〃 | 〃 | 0.0047 | 0.356 |
| Cotton | 1.39 | 0.030 | 0.38 | 〃 | 〃 | 0.0105 | 0.444 |

The mean values obtained by several measurements for marketed commercial nets are listed in Table 1, in which $k'$ and $n'$ are the mean values for standard knot. The nomogram for the equation (10) is given in Fig. 2, in which

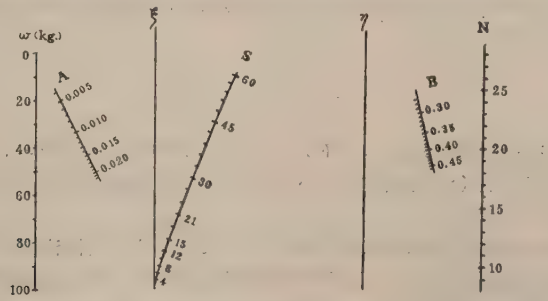



**Fig. 2.**

$$\xi=\frac{w}{A} , \qquad \eta=BN .$$

The author wishes to express his hearty thanks to Prof. T. Kawakami for his guidance and revisions.

# ミッドウェー・ハワイ諸島周辺とマーシャル・ファンニング諸島周辺に於けるメバチの漁況と体長の周期変化，両周期変化間及び両漁場間の関係

中込 淳
（神奈川県水産試験場）

## Periodical Changes of Fishing Condition and Body-Length Formation, Relations between Both Changes, and the between Northern and Southern Fishing Areas of Big Eyed Tuna around Midway, Hawaii, Marshall and Fanning Islands

Jun Nakagome

1) Fishing condition (rate-of-catch) in sub-areas, A, B and C (Fig. 1) changes periodically; in sub-areas A and B good fishing season is from December to February while in sub-area C nice fishing period lasts from December up to June of next year.

2) Fork-length composition (fork-length frequency) in sub-areas A, B, C and D changes periodically (Fig. 3). In sub-areas A and B, young stage fish occupy most of the frequency from December to March in odd years, small-sized fish do so from December to March in even year, and large-sized fish do so from April to November. In sub-areas C and D, medium-sized fish are dominant from July to December and so are large-sized fish from January to June in the body-length formation.

3) Most part of the frequency is occupied by young stage or small-sized fish in period of nice fishing and by large-sized fish in period of poor fishing in sub-areas A and B.

Majority of the frequency is occupied by large-sized fish in period of good fishing in sub-area C and by medium-sized fish in period of poor fishing.

4) It is presumed that fish group that has been spawned and has grown in sub-areas C and D is recruited to young stage or small-sized fish groups in sub-areas A and B, young stage or small-sized fish groups in sub-areas A and B are recruited to medium-sized fish group in sub-areas C and D, and large-sized fish groups in sub-areas A and B and in those C and D interchange with each other.

## 1. 緒 言

現在操業しているメバチ漁場のうち，ミッドウェー・ハワイ諸島周辺とマーシャル・ファンニング諸島周辺は漁獲高が高く，しかも古くから操業されているにもかかわらず漁獲高が低下する事がないので，中型マグロ漁船の主要漁場となつている。

これら漁場のメバチの漁況と体長組成の周年変化については上村[1]，神奈川県水試[2]の報告があるが，前者はこの漁場が操業され始めたばかりの 1952 年以前の変化であり，後者は 1955 年のみの変化である。又ミッドウェー・ハワイ諸島周辺とマーシャル・ファンニング諸島周辺との間のメバチ魚群の補充・交流について木川[3]が産卵海域から，行縢が[4]体長組成の周年周期がどの漁場でもみられる点と木川の報告[3]とから推定している。

著者はミッドウェー・ハワイ諸島周辺(25～35°N, 140～180°W，以下北部漁場と呼ぶ)とマーシャル・ファン

1958 年 8 月 21 日受理

ニング諸島周辺（0～15°N, 140～180°W，以下南部漁場と呼ぶ）の 1952～57 年の漁況と体長組成の周年変化，両周年変化の関係，及び南，北両漁場間の関係を調べたところ，興味ある諸現象が発見されたのでここに報告する。

発表に当り，御指導，御鞭撻下さつた神奈川県水産試験場永井三夫場長，英文摘要の作稿に当つて御指導下さつたミラーフリーマン社日本駐在所酒井謙二氏に対し，衷心より謝意を表する。

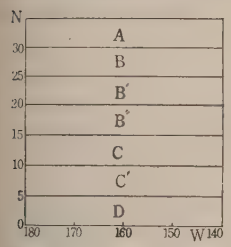



**Fig. 1.** Indication of the investigated sub-areas.

## 2. 資　　料

漁況及び体長の資料はマグロ延縄漁船の資料で，三崎入港船については神奈川県水試，東京，焼津入港船については南海区水研が，可能な限り悉皆蒐集又は測定し，神奈川水試が整理したものを，必要に応じ分析し直して算出したものである。調査海区，及びその記号は Fig. 1 に示す。

漁況は釣獲率（釣 100 本に対する漁獲尾数）で表わし，体長は尾叉長を 1cm 単位の木製ノギスで測定した値を 1 体長級を 10cm とした組成に表わしこれを月及び Fig. 1 に示すような海区毎に求めて用いた。但し，海区 C, C′ の体長組成は C と C′ に分離する事が困難なため一括して表わした*（Fig. 3）。

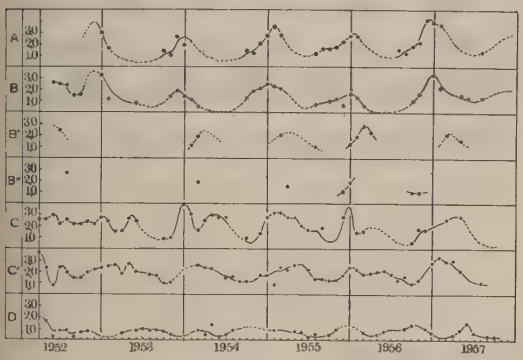



**Fig. 2.** Periodical change of rate-of-catch of big eyed tuna in each sub-area.

## 3. 漁況及び体長組成の周年変化

海区 A～D の漁況の周年変化を海区毎に表わすと Fig. 2 のようになる。即ち，海区 A，B の漁況は周期変化を示し 12～2 月が好漁，海区 C は毎年略同時期に好，不漁となるが 12～6 月の好漁期が 1 月と 5 月に分かれる年（1953, '54）と分かれない年（1955, '57）があり，海区 D は周年極めて不漁で周期性が小さい。

体長組成の周年変化は，各体長群に対応する体長組成の山の位置を優劣別に点で表わすと Fig. 3 のよう

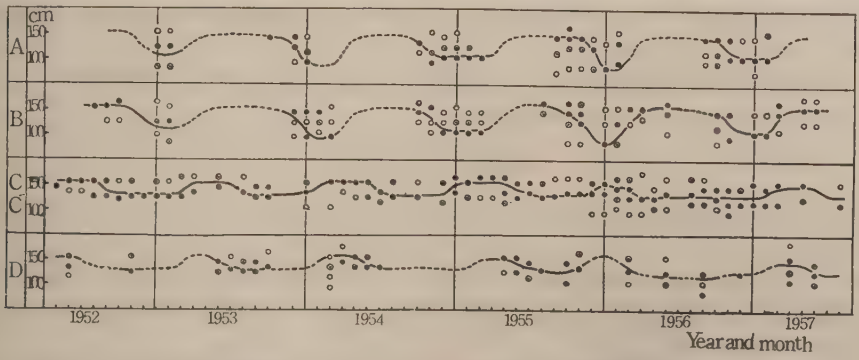



**Fig. 3.** Periodical change of groups in fork-length frequency of big eyed tuna in each sub-area.
○; Group in fork-length frequency
●; Dominant group　⊙; Second dominant group

* 資料は紙面の都合により省略するが著者のもとにある。

になる。即ち，海区 A，B の組成は極めて高度の周期変化をし，12～3 月は奇数年に若年魚群と大型魚群，偶数年に小型魚群，4～11 月は毎年大型魚群が出現し，隔年の周期的変化をする*。海区 C＋C′（以下C と略す），D は年により若干の時期的ずれがあるが，7～12 月に中型魚群，1～6 月に大型魚群が交互に出現し，周期的変化をする。

### 4. 漁況の周年変化と体長の周年変化との関係

Table 1 の 4 group のうちいずれの group がその体長組成の大半を占めるかを調べ，その大半を占める group をその組成の指標とし，その指標の周年変化を漁況の周年変化と対応させると Fig. 4 のようになる。即ち，海区 A，B は 12～3 月の好漁期に魚群の大半が若年魚又は小型魚によつて占められ，不漁期である 4～11 月は大型魚群によつて占められる。海区 C は概して好漁期に大型魚群が出現し，不漁期に中型魚群が出現するが，年により中型魚が好漁期にかかる事もある。海区 D は漁況が周期的変化をしないので体長との関係はみられない。

**Table 1.** Range of body-length of each-sized fish.

| | Range of body-length (cm) |
|---|---|
| Young stage fish | 81～100 |
| Small-sized fish | 101～120 |
| Medium-sized fish | 121～140 |
| Large-sized fish | 141～160 |

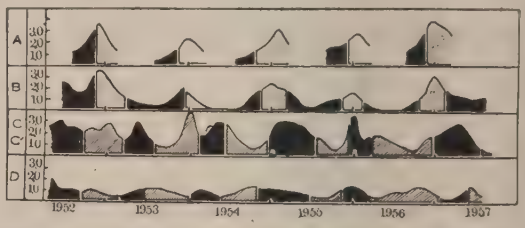



**Fig. 4.** Relation between rate-of-catch and dominant size group.
White part; Young stage fish
Faint part; Small-sized fish
Oblique line part; Medium-sized fish
Black part; Large-sized fish

### 5. 北部漁場と南部漁場との関係

産卵海域が南部漁場である[3),7)]にもかかわらず，若年魚群，小型魚群は北部漁場にのみ多く南部漁場には少ない。従つて，南部漁場で産卵され，成長した魚群は若年魚になるまでの期間に北部漁場へ洄游し，補充される事が推定される。

中型魚群は南部漁場にのみ多く，北部漁場には少ない。従つて，北部漁場の若年魚群，小型魚群は南部漁場へ洄游し，補充される事が推定される。

又，大型魚群は北部漁場と南部漁場とに交互に出現し，北部漁場は好漁期前期，南部漁場は好漁期に当る。従つて，相互に交流の行われている事が推定される。

### 6. 摘　　要

1) 海区 A，B，C の漁況は周期的周年変化をし，海区 A，B は 12～2 月，C は 12～6 月が好漁期である。

2) 海区 A，B，C，D の体長組成は周期的周年変化をし，海区 A，B の 12～3 月は奇数年に若年魚群と大型魚群，偶数年に小型魚群，4～11 月は大型魚群，海区 C，D の 7～12 月は中型魚群，1～6 月は大型魚群が組成の大半を占める。

3) 漁況の周年変化と体長の周年変化を対応させると，海区 A，B は好漁期に若年又は小型魚群，不漁期に大型魚群，海区 C は概して好漁期に大型魚群，不漁期に中型魚群が出現する。

4) 南部漁場で産卵され，成長した魚群は北部漁場の若年又は小型魚群に補充され，北部漁場の若年又は小

* 上村等[6)]，中村等[6)]の報告と一致。

型魚群は南部漁場の中型魚群に補充され，南，北両漁場の大型魚群は相互に交流する事が推定される。

5) 上記各型魚群は2又は3年間程度の年令群を含んでいるので[8]，補充，交流の機構は複雑である。

## 7. 文　　献


1) 上村忠夫：マグロ延縄漁業平年漁況図，昭和 27 年版，1954.
2) 神奈川県水試：業務報告，昭和 31 年度，1958.
3) 木川昭二：南海区水研報告，5，1957.
4) 行縄茂理：同　上，8，1958.
5) 上村忠夫・本間　操：同上，1，1953.
6) 中村広司・上村忠夫・藪田洋一：同　上，1，1953.
7) 木川昭二：同　上，1，1953.
8) 能勢幸雄，他：水産学集成，東京大，1957.

# ブリの成長と年令に関する研究—I.

## 年令形質としての脊椎骨の検討

三 谷 文 夫
(京都大学農学部水産学教室)

# Studies on the Growth and Age of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Found in Japan and the Adjacent Region—I.

## A Fundamental Consideration on Age Estimation by Vertebrae.

Fumio Mitani
(Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan)

The present paper is the first installment of the author's work on the age estimation of the yellow tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., dealing with a fundamental character of the vertebra in estimating the age of the fish. The author has used for his experiments two different groups of 20 fishes measuring 20 cm and 80 cm in fork length, respectively, which were caught in Wakasa Bay during the period between July, 1957 and January, 1958. The vertebral column of the fish consists of 11 abdominal, and 13 caudal, vertebrae, generally 24 in all. Each centrum of the column is measured in three parts, as shown in Fig. 1. The results obtained are as follows:

1) In Table 1 are shown the mean and coefficient of variation (C. V.) of the length of those three parts ($T$, $R$ and $D$) of each centrum in the 20 fishes measuring 80 cm in fork length. As is seen in Table 1, there is no marked difference in coefficient of variation (C. V.) in the sequence of centra, excepting the first and the last several ones which vary considerably. The relative size of each centrum is represented by the ratio of its longitudinal length ($T$) to that of the first centrum, the ratio being given in Fig. 2. As shown in Fig. 2, it is obvious to us that the centra from the 7th to the 20th vertebra are larger in $T$ and $R$ than those of the rest, particularly so in those of the four caudal vertebrae from the 15th to the 18th, and that there is no marked difference in $D$ among the centra, excepting those of the few smaller vertebrae at the caudal end.

2) Significant difference is seen in the growth-rate of the centrum in the sequence of the vertebra, as shown in Fig. 3. The growth-rate of the centra of the first and the last two or three vertebrae is lower than the average value of all the 24 vertebrae, but the value of the centra in the middle part of the column is higher than the average value, the value of the seven centra from the 13th to the 19th vertebra being especially higher.

3) In order to clarify the degree of similarity in the mode of ring formation among the centra of the fish, the author has examined by means of $F$-distribution method whether the relation between $R$ and $r_i$ is linear or not, and found that the linearity between the two is efficient enough to be a means for the age estimation of the fish. An example of the relation is shown in Fig. 4, in which the last three vertebrae are excluded on account of their being small in size and indistinct in ring mark.

From those interesting facts mentioned above, we may conclusively say that, in estimating the age of a fish in general through its vertebrae, we have to examine as many centra as possible. If it is found very difficult to do so in case of the yellow-tail, those vertebrae from the 15th to the 18th had better be used for the purpose, because they have the following

1958 年 8 月 30 日受理

characters, not only advantageous but also necessary for the work of this kind: 1) clear ring mark, 2) large centrum, 3) small coefficient of variation in size of centrum, 4) high growth rate of centrum, and 5) great similarity of ring mark among the centra.

## 緒　　言

ブリは沿岸定置網漁業にとつては主要な対象魚種の一つでたるために，その成長状態については今までにもかなり多くの研究が行われている[1~5]。しかし，従来の諸研究では2才魚のものについてすでに結果が必ずしも一致していないし，高年魚になるにしたがつて不一致の程度がますます大きくなつている。そこで，筆者は再び成長と年令の問題を取り上げ，これをなるべく多方面から，すなわち，脊椎骨・鰓蓋骨・耳石・鱗および漁獲物の体長分布等から比較検討して見た。

わが国で魚類の年令査定に脊椎骨を用いた研究は数多い[2,6~24]。しかし，従来の研究の多くは脊椎骨の年令形質としての性状についてはあまり触れていないようである。ただ今までにその採取個所について何らかの検討を加えたのは西海区水研福岡試験地[25] (1951) で，ここではハモについて各椎体の大きさの変異を調べ，それによつて変異の少ない部位から採取した報告がある。それゆえ，第1報ではブリの脊椎骨の年令形質としての性状を詳細に検討した。

稿を進めるに当り，論文を校閲して重要なる助言を与えられた当教室松原喜代松教授に対し謝意を表する。また，この研究に要した経費の一部は文部省科学研究費（各個研究）によつたことを明記して深謝の意を表する。

## 材料および測定方法

本報告に用いた材料は 1957 年7月から 1958 年1月までの間に若狭湾から漁獲されたもので，体長約 20 cm および 80 cm の2群についてそれぞれ 20 尾をえらんだ。ただし，これらの体長群はいずれも ±1 cm の許容範囲をとつている。また，体長はすべて尾叉長を用いた。椎体の測定方法を Fig. 1 に示す。

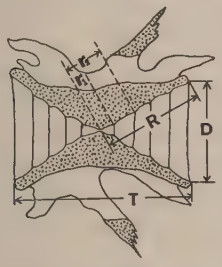



**Fig. 1.** Showing the three measured parts of centrum.
$T$, longitudinal length; $R$, distance from apex of cone to margin; $r_i$ ($i = 1, 2, 3, \cdots$), radius of each ring; and $D$, vertical diameter.

椎体の前後両端間の距離（軟骨部を除く）を腹側において測つたものを縦軸長 ($T$) とした。椎体の前後両面の円錐状の陥入は後面の方が深いので，その頂点は中央よりも幾分前方にある。後面において背腹間の距離を直径 ($D$) とした。いずれの表面にもかなり明瞭な段階状または隆起縁状の輪紋が形成されているので，その測定を容易にならしめるために，椎体をその中軸を含む平面で垂直に縦断したものを石油ベンジン中に 2~3 日浸漬して脱脂した後，室温にて風乾した。輪紋の明瞭度には前後両面による差異はほとんど認められない。それゆえ，輪径の測定には奥行の深い方の後面の円錐を用いた。すなわち，その頂点から背方に向い縁辺までの距離を全径 ($R$) とし，各輪紋までの距離を輪径 ($r_i$; $i = 1, 2, 3, \cdots$) とした。これらの測定にはデバイダーを直接椎体に当てて，0.1 mm の単位まで読み取つた。輪紋の読み取りの難易には個体差があり，きわめて明瞭なものからかなり困難なものまであるが判読が全く不可能なものは非常に少ない。また，同一個体でも各椎体によつて明瞭度には多少の差異は認められるが脊椎骨の採取部位による規則的な差異はないようである。また，一般に，第1輪は明瞭でない。このため第1輪は特に明瞭な個体または椎体だけについて測定した。このため，第1輪の測定にはある程度の偏りが生じたのではないかと思われる。第2・第3および第4輪は最も明瞭であるが，第5輪以上は各輪紋が互いに接近してくるため境界が鮮明でなく測定に困難な場合がある。

## 椎体の大きさとその変異

ブリの脊椎骨数は 11＋13＝24 で，これはスズキ目魚類のもつ標準的な値である。この 24 個の各椎体の大きさにはかなりの差異が認められるので，それらの相互関係を知るために，充分に成長した 80 cm 体長群 20 尾について，長さの目安として縦軸長 ($T$) と半径 ($R$) とを，また，太さの目安として直径 ($D$) をとり，それらの範囲・平均値・標準偏差 (s) および変異係数 (C. V.) を表示したものが Table 1 である。

**Table 1.** The range, mean, standard deviation (s), and coefficient of variation (C.V.＝s/mean) of each of the three measured parts in each centrum of the vertebral column in the fish measuring 80 cm in fork length. Number of specimens examined: 20. $T$, $R$, and $D$ are shown respectively in Fig. 1.

| Vertebra | | $T$ | | | | $R$ | | | | $D$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Range | Mean | s | C. V. | Range | Mean | s | C. V. | Range | Mean | s | C. V. |
| Abdominal | 1 | 9.0–11.5 | 10.0 | 0.5 | 0.050 | 8.5–10.0 | 9.1 | 0.4 | 0.044 | 13.3–14.4 | 13.8 | 0.4 | 0.029 |
| | 2 | 11.5–14.0 | 12.8 | 0.4 | 0.031 | 9.0–10.8 | 10.1 | 0.4 | 0.040 | 14.2–15.7 | 14.9 | 0.4 | 0.027 |
| | 3 | 14.0–16.5 | 15.1 | 0.5 | 0.033 | 10.5–13.1 | 12.5 | 0.7 | 0.056 | 15.1–16.0 | 15.5 | 0.3 | 0.019 |
| | 4 | 15.7–18.2 | 16.8 | 0.6 | 0.036 | 11.2–13.4 | 13.0 | 0.6 | 0.046 | 15.5–16.2 | 15.9 | 0.2 | 0.013 |
| | 5 | 17.4–19.8 | 19.1 | 0.5 | 0.026 | 13.0–13.6 | 13.4 | 0.2 | 0.015 | 15.5–16.5 | 16.2 | 0.4 | 0.025 |
| | 6 | 20.1–22.1 | 21.2 | 0.4 | 0.019 | 14.0–14.5 | 14.3 | 0.2 | 0.014 | 16.0–17.0 | 16.7 | 0.3 | 0.018 |
| | 7 | 22.5–24.2 | 23.1 | 0.5 | 0.022 | 14.5–15.4 | 15.1 | 0.3 | 0.020 | 16.2–17.3 | 16.8 | 0.3 | 0.018 |
| | 8 | 23.5–25.0 | 24.3 | 0.3 | 0.012 | 15.5–16.2 | 15.9 | 0.2 | 0.013 | 16.5–17.6 | 17.1 | 0.4 | 0.023 |
| | 9 | 23.7–25.5 | 24.6 | 0.3 | 0.012 | 16.2–17.3 | 16.6 | 0.4 | 0.024 | 17.0–17.6 | 17.3 | 0.2 | 0.012 |
| | 10 | 23.5–25.5 | 24.7 | 0.4 | 0.016 | 16.5–17.7 | 16.8 | 0.4 | 0.024 | 17.0–17.5 | 17.3 | 0.2 | 0.012 |
| | 11 | 24.5–27.5 | 25.6 | 0.7 | 0.027 | 16.5–17.6 | 16.9 | 0.3 | 0.018 | 17.0–17.5 | 17.3 | 0.2 | 0.012 |
| | 12 | 25.5–27.2 | 26.4 | 0.4 | 0.015 | 16.7–17.6 | 17.1 | 0.3 | 0.018 | 16.5–17.7 | 17.4 | 0.4 | 0.023 |
| | 13 | 26.7–29.0 | 27.9 | 0.5 | 0.018 | 16.6–18.4 | 17.9 | 0.5 | 0.028 | 17.0–18.0 | 17.4 | 0.3 | 0.017 |
| | 14 | 26.5–30.0 | 28.5 | 0.8 | 0.028 | 17.4–19.0 | 17.9 | 0.5 | 0.028 | 17.5–18.2 | 17.9 | 0.3 | 0.017 |
| | 15 | 28.5–31.0 | 30.1 | 0.6 | 0.020 | 18.2–19.2 | 18.7 | 0.2 | 0.011 | 17.0–18.5 | 17.9 | 0.4 | 0.022 |
| | 16 | 29.5–31.5 | 30.5 | 0.4 | 0.013 | 18.2–19.0 | 18.8 | 0.3 | 0.016 | 17.0–18.0 | 17.5 | 0.3 | 0.017 |
| Caudal | 17 | 29.0–31.7 | 30.1 | 0.5 | 0.017 | 18.3–19.3 | 18.6 | 0.5 | 0.027 | 17.0–18.1 | 17.3 | 0.3 | 0.017 |
| | 18 | 29.2–31.3 | 29.9 | 0.4 | 0.013 | 17.6–18.4 | 17.9 | 0.2 | 0.011 | 16.5–17.5 | 16.9 | 0.3 | 0.018 |
| | 19 | 27.5–30.0 | 28.9 | 0.5 | 0.017 | 16.3–17.8 | 16.9 | 0.4 | 0.024 | 16.0–17.0 | 16.5 | 0.3 | 0.018 |
| | 20 | 25.0–29.5 | 26.9 | 0.6 | 0.022 | 14.0–15.7 | 15.0 | 0.6 | 0.040 | 14.0–16.0 | 14.9 | 0.4 | 0.027 |
| | 21 | 19.5–22.0 | 21.0 | 0.4 | 0.019 | 11.7–13.6 | 12.6 | 0.4 | 0.032 | 13.0–14.0 | 13.3 | 0.3 | 0.023 |
| | 22 | 12.5–16.0 | 15.1 | 0.9 | 0.060 | 9.7–12.5 | 10.9 | 0.5 | 0.046 | 10.5–11.6 | 10.9 | 0.3 | 0.028 |
| | 23 | 8.5–13.0 | 11.6 | 1.3 | 0.112 | 7.0– 9.0 | 7.7 | 0.6 | 0.078 | 9.0–10.7 | 9.8 | 0.4 | 0.041 |
| | 24 | 6.2–10.0 | 8.3 | 0.8 | 0.096 | 5.5– 8.5 | 7.1 | 0.7 | 0.099 | 9.0–10.6 | 9.5 | 0.5 | 0.053 |

Table 1 によつて各椎体の大きさの状態はわかるが，さらにこれを明らかにするために，第 1 脊椎骨に対する第 2 脊椎骨以下の比率を求めて図示したものが Fig. 2 である。

Fig. 2 を見ると，$T$ と $R$ は第 7～第 20 椎体が最も長く，第 15～第 18 椎体の 4 尾椎骨が特に長い。これに反して，太さ ($D$) は椎体による差異はあまりなく，最後端の 4～5 個を除くとほとんど等しい。また，これらの個体変異の程度は変異係数を比較すればよいが，Table 1 によると，$T$・$R$ および $D$ のいずれも C. V. は両端において大きいが，その他の部位ではあまり著しくないようである。

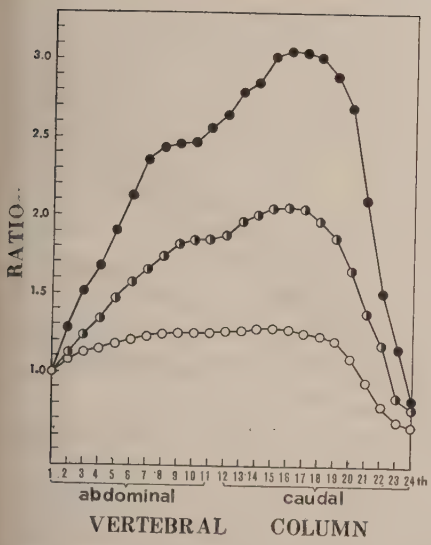



**Fig. 2.** Showing the ratio of each of the three measured parts in each centrum to each of the respective parts of the first centrum of the vertebral column in the fish measuring 80 cm in fork length. Each plot is the average of the 20 fishes of the same length. Solid circle, longitudinal length ($T$); semi-solid circle, radius ($R$); and open circle, diameter ($D$).

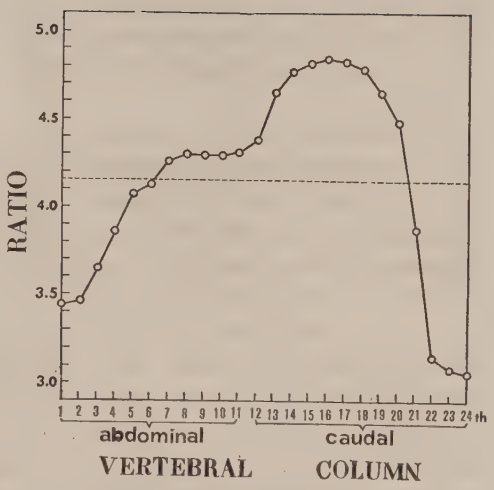



**Fig. 3.** Showing the growth-rate of centra in the sequence of vertebrae. The rate is represented by multiple of the longitudinal length ($T$) of each centrum in the fish measuring 80 cm in fork length to that of the corresponding centrum in the fish measuring 20 cm in fork length. Each plot is the average of the 20 fishes. Horizontally broken line shows the average rate (4.16) of growth of all the centra.

## 各椎体の成長率の比較

椎体の位置による成長度の差異を知るために，20 cm と 80 cm の 2 体長群について各椎体の成長率を比較して見た。すなわち，体長 20 cm のものを基準として体長 80 cm のものの相対応する各椎体の長さ ($T$) の倍数を求めて図示したものが Fig. 3 である。

尾叉体長としては 20 cm から 80 cm へと 4 倍に成長しているわけであり，事実，24 個の各椎体についての倍数の平均値もほぼそれに近い 4.16 倍という値を示している (Fig. 3 に見られる水平破線)。しかし，個々の椎体について見ると，すべてが同じ割合で成長しているのではなくて，その成長率には椎体の位置によつて著しい相違があることが認められる。魚体の両端，すなわち，最前部と尾部の各々数個はいずれも平均成長率には達せず，ことに，尾部のものの成長率は悪く，わずかに 3 倍あまりである。それに反して，魚体の中央部，すなわち，腹椎骨の後半から尾椎骨の前部 2/3 あまりは平均成長率よりもよく，ことに，尾椎骨の第 13～第 19 番目のものは 5 倍に近い成長率を示している。このことからも椎体の採取部位によつて魚体の成長状態の推定に影響を持つてくることが推察される。

## 年令標示の相似性の検討

脊椎骨のように（鱗についても同様であるが）同一の個体から年令形質を持つた多数の資料が得られる場合には，それら資料間の年令標示形質の相似性の程度が問題になる。そこで，80 cm 体長群について輪紋の相似性を検定して見た。脊椎骨 24 個のうち，最後端の 3 個は最も小さく，かつ，測定にも不便なので，これらを除いた残り 21 個について各輪径を計り，横軸に全径 ($R$) をとり，縦軸に各輪径 ($r_i$; $i = 1, 2, 3, 4$. 第 4 輪まで認められた) を取つて各測定値をプロットすると，たとえば，Fig. 4 のような $R-r$ 関係図が

できる。ただし，Fig. 4 において，第1輪に相当する測定値（白丸）が数個しかないのは緒言にも述べたように第1輪は輪紋の形成が元来不明瞭なので，特に明瞭な椎体だけについて計測を行つたためである。

$R-r$ 関係図において，輪群がそれぞれ一直線をなすほど輪紋の年令標示の相似性が高く，ばらつくほど年令形質としての価値は低いわけである。そこで，Fig. 4 を見ると，各輪群はほぼ一直線をなすと考えてよいと共に，一方，かなりのばらつきも認められる。いま，これらが一直線をなすものとして最小自乗法によつてそれぞれの回帰直線を求めて見ると，細い破線で示すように4本とも原点0を通らずにそれぞれ偏位している。しかし理論的には4本とも原点0に一致するわけであるから，その条件を入れて再び最小自乗法によつてそれぞれの回帰直線を求めたものが太い実線である。すなわち，次式で与えられる。

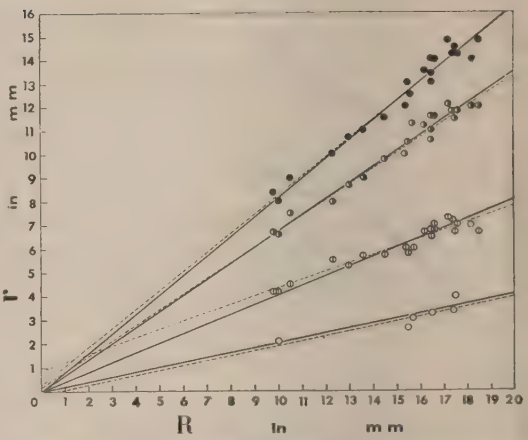



Fig. 4. An example showing the relation between $R$ and $r_i$ in the fish measuring 79.2 cm in fork length. Broken lines are the regression lines for the respective ring groups, given by the method of least squares. Solid lines are the regression lines for the same data, given by the same method, supposing that these lines are to pass the origin.

$$r_1 = 0.201 \times R \quad (\hat{V}_{\bar{e}} = 0.105;\ \hat{\sigma}_{\bar{e}} = 0.324)$$
$$r_2 = 0.403 \times R \quad (\hat{V}_{\bar{e}} = 0.108;\ \hat{\sigma}_{\bar{e}} = 0.329)$$
$$r_3 = 0.669 \times R \quad (\hat{V}_{\bar{e}} = 0.154;\ \hat{\sigma}_{\bar{e}} = 0.392)$$
$$r_4 = 0.813 \times R \quad (\hat{V}_{\bar{e}} = 0.286;\ \hat{\sigma}_{\bar{e}} = 0.534)$$

$r_i$ $(i = 1, 2, 3, 4)$: 各平均輪径 (mm)

$R$: 全径 (mm)

$\hat{V}_{\bar{e}}$, $\hat{\sigma}_{\bar{e}}$: それぞれ，回帰線からの不偏分散および標準偏差

そして，これらの一次回帰係数の有意性を $F$-分布によつて検定すると，第1輪群は $F_0 = 15.56$ で $F_4(0.05) = 7.71$ よりも大きく，したがつて有意，第2輪群は $F_0 = 156.08$，第3輪は $F_0 = 143.02$，第4輪群は $F_0 = 1128.08$ で $F_{19}{}^1(0.001) = 15.08$ よりもいずれもきわめて大きく，したがつて，非常に有意である。すなわち，第1輪群のみは 5% の危険率をもつて，第2・第3および第4輪群はいずれも 0.1% 以下の危険率をもつて，これらの母集団には一次回帰のあることが認められる。すなわち，年令形質として充分に用いることができるわけである。なお，この個体の $R$ の平均値は 15.2 mm であつたから，結局，この個体についての各平均輪径は $r_1 = 0.201 \times 15.2 = 3.05$ mm, $r_2 = 6.12$ mm, $r_3 = 10.16$ mm, $r_4 = 12.34$ mm として求められる。これらの値がこの個体について最も合理的な各輪径である。

## 論　　議

脊椎骨の椎体を用いて年令査定を行なう場合，Fig. 4 によると，1個あるいは少数の椎体によつて推定することは不正確であり，また，その根拠も弱いから，できるだけ多数の椎体を計測してその個体に最も合理的な各輪径を求める方が望ましいことを示している。しかし，実際に多数の個体について年令査定を行う場合，1個体から上記のように多数の資料を採取して行なうことはおそらく実行不可能であつて，現実にはある特定の1個ないし数個を用いて行なうことになろう。かかる場合に脊椎骨が年令形質として備うべき条件を列挙すると次のようになる。すなわち，

1) 輪紋が明瞭に現われていること。
2) 輪紋の相似性がよいこと。
3) 椎体が大きいこと。
4) 椎体の大きさに変異が少ないなと。
5) 椎体の成長率がよいこと。
6) 椎体の成長率が等方的なこと。

などであろう。したがつて，これらの条件を考え合わせながら採取すべき部位を決定する必要がある。1)と) との条件は 24 個ともほぼ同等であつて，特定の部位のものが特にすぐれているというものはない。3), ), 5) の条件に適するものは Table 1, Fig. 2 および Fig. 3 から見て尾椎骨たる第 15～第 18 椎体であ，また，これらの椎体は 6) をもほぼ満足させる。以上の理由から，結局，採取するに適当な脊椎骨の部は，この場合，第 15～第 18 椎体であると思われる。

## 文　　献


1) 木村喜之助: 水試報告, (8), 71～84 (1937).
2) 相川広秋・加藤益夫: 本誌, **7** (2), 89～95 (1938).
3) 本多勝司: 同上, **15** (2), 97～99 (1947).
4) 三谷文夫: 同上, **21** (7), 463～466 (1955).
5) 三田典子: 南海区水研報告, (5), 19～37 (1957).
6) 宮内武雄: 本誌, **5** (6), 372～374 (1936).
7) AIKAWA, H.: 同上, **6** (1), 9～12 (1937).
8) 宇野道夫: 同上, **6** (6), 296～298 (1938).
9) 相川広秋・加藤益夫: 同上, **7** (2), 77～95 (1938).
10) 安田秀明: 同上, **8** (6), 298～300 (1940).
11) ――――: 同上, **9** (2), 47～48 (1940).
12) 大島泰雄・中村中六: 水産学会報, **9** (2～4), 81～89 (1944).
13) ISHIYAMA, R.: 本誌, **16** (12), 112～117 (1951).
14) 石山礼蔵: 同上, **16** (12), 119～124 (1951).
15) 甲　二郎: 東北海区水研報告, (1), 25～34 (1952).
16) 　　・: 同上, (1), 43～49 (1952).
17) 松井　魁・高井　徹: 以西底魚資源調査研究報告, (4), 101～121 (1952).
18) 橋本良平: 東北海区水研報告, (2), 49～55 (1953).
19) 石山礼蔵: 西海区水研 1954 年度研究経過報告, 88～91 (1955).
20) 笠原康平: 東北海区水研報告, (4), 147～155 (1955).
21) 橋本良平: 同上, (4), 156～164 (1955).
22) 相川広秋・江波澄雄・米盛　保・竹下貞二: 対馬暖流開発調査第 3 回シンポジウム発表論文, 8(1955).
23) 田ノ上豊隆: 同上, 第 4 回シンポジウム発表論文, 223～240 (1956).
24) 米盛　保・相川広秋: 同上, 第 4 回シンポジウム発表論文, 283～306 (1956).
25) 西海区水研福岡試験地: 底魚資源調査研究連絡, (6), 3 (1951).

# 魚介類のコリンに関する研究—I.
## 魚介類のコリン及び類似物質の含量について

高田幸二・西元諄一
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on the Choline in Fish—I.
## Content of Choline and the Similar Substances in Fishes

Kōji Takada and Jun-ichi Nishimoto

Choline-content was estimated for white and red muscles and viscera of various fishes of migrating and demersal habits, including sharks and cuttle fish. Its seasonal variation was also measured, values fairly characteristic of each fish being obtained.

The amounts of choline and trimethylaminoxide (TMAO) increase generally in winter for demersal fishes and in summer for migrating ones. Decrease of freshness makes the chief cause for the increases of choline and trimethylamine (TMA) in common with different kinds of fishes.

In cuttle fish and sharks, choline and TMAO contents were especially of large values, their rates of change being somewhat remarkable.

Similarly to the case of salt-water fish, the choline content in fresh-water fish increased at first but decreased afterwards with the advance of putrifaction. It is noticed that TMA was formed even in the absence of TMAO, the known mother substance of TMA.

The choline formation in this study was confirmed to be a bacterial doing.

コリンはビタミンB群の中にあつて，栄養的にも，またメチル基を有する物質として生化学上も重要な意義をもつている。先に筆者らはコリン定量の一変法を案じ[1]，魚類に適用し得ることを認めたが水産物中のコリン含量に関する報告は極めて少なく，最近森らが化学的定量法では精度に難点があるので Bioassay による定量法を検討し，数種魚類に於ける含量を明らかにしている[2]にすぎない。

筆者らは各種魚類筋肉及び臓器中のコリン含量を明らかにし，メチル基をもつ他の物質即ちトリメチルアミン (TMA)，トリメチルアミンオキサイド (TMAO) 含量も併せて測定したのでその結果について報告する。

## 実　験

### I. 定 量 法

1. コリン　Reineke-perjod 法[1]
2. TMA　Dyer 法[3),4),5)]
3. TMAO　Dyer-Dyer-Snow 法[6),7)]
4. アンモニア　Nessler-reagent による比色法[8)]

### II. 試 料

市販のなるべく新鮮な魚介類及び一部活魚を使用し，筋肉及び内臓に分け，各部位を細砕，ホモゲナイ

1958 年 6 月 2 日受理

一で均一にした。これを一定温度に放置し経過時間毎にその一部をとり実験に供した。

## 実験結果及び考察

### I. 季節別による魚類筋肉及び臓器のコリン，TMA 及び TMAO 含量

測定結果は第1表に示した。

**Table 1.** Seasonal variation of the contents of choline and the similar substances in fish.

| Species of fish | Portion in fish body | Choline (mg·%) | | TMA (mg·%) | | TMAO (mg·%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | a | b | a | b |
| Mackerel (*Scomber japonicus*) | Ordinary muscle | 5.0 | 2.5 | 3.6 | 0.76 | 22.0 | 27.88 |
| | Bloody muscle | 11.0 | 10.0 | 6.1 | 1.52 | 25.1 | 36.72 |
| | Stomach | 24.5 | 61.0 | 22.0 | 4.80 | 218.0 | 27.20 |
| $NH_3$ a. 22 mg·% b. 19 mg·% | Liver | 11.0 | 48.75 | 100.0 | 2.14 | 316.0 | 22.16 |
| | Pyloric coeca | 97.5 | 39.0 | 45.0 | 1.68 | 482.8 | 18.32 |
| | Intestine | — | 43.5 | — | 2.14 | — | 19.62 |
| | | c | d | c | d | c | d |
| Sardine (*Etrumeus micropus*) | Ordinary muscle | 7.0 | 5.0 | 2.24 | 0.96 | 88.16 | 5.12 |
| | Bloody muscle | 22.0 | 10.0 | 5.04 | 1.42 | 122.96 | 8.50 |
| | Stomach | 97.5 | 70.5 | 10.0 | 3.58 | 230.0 | 99.72 |
| $NH_3$ c. 20 mg·% d. 18 mg·% | Liver | 14.25 | 53.5 | 61.2 | 4.5 | 338.8 | 130.1 |
| | Pyloric coeca | 73.0 | 43.5 | 42.8 | 4.28 | 329.2 | 122.42 |
| | Generative organ | 19.5 | 36.5 | 32.0 | 3.8 | 180.0 | 115.1 |
| | | e | f | e | f | e | f |
| Sea bream (*Pagrosmus Major*) | Ordinary muscle | 2.5 | 73.0 | 0.24 | 3.10 | 1.68 | 39.7 |
| | Bloody muscle | 3.5 | — | 0.40 | — | 3.6 | — |
| | Stomach | 61.0 | 70.5 | 1.60 | 5.9 | 0.04 | 9.3 |
| $NH_3$ e. 20 mg·% f. 19 mg·% | Liver | 17.0 | 43.0 | 0.48 | 6.9 | 0.52 | 22.3 |
| | Intestine | 14.5 | 29.5 | 0.8 | 4.3 | 0.80 | 0.9 |
| | Generative organ | 36.5 | 68.0 | 1.8 | 5.0 | 1.0 | 5.0 |

a: Estimated on June 15th.
b: Estimated on November 12th.
c: Estimated on June 22nd.
d: Estimated on November 20th.
e: Estimated on June 29th.
f: Estimated on December 6th.

赤身魚のサバ，ウルメイワシの筋肉では血合肉の方が普通肉よりコリン，TMAO 含量が多いが，コリン含量は季節的に殆ど差がない。なおウルメイワシ筋肉の TMAO 含量は夏季に他の魚種よりまた冬季より顕著に多い。これらの魚の臓器のコリン含量は夏季に胃，幽門垂に多い傾向で特に幽門垂に於て著しい。また TMAO は冬季に非常に少くなつている。

白身魚のタイでは冬季にコリン，TMAO が多くなり赤身魚とは対称的である。また夏季は赤身魚より TMAO 量の絶対量が非常に少なくなつていることも特徴的である。即ちコリン，TMAO 含量は一般に赤身魚では夏季多く，白身魚では冬季に多い傾向である。然し肝臓のコリンは何れの魚種でも冬季に多いことが窺へる。以上のように同じ赤身魚でもサバ，アジのように各部位に含量の差が見られるが，これは棲息環境や各部位，器官の生理的作用の差異によるものと考えられ，季節的に変化するのは生理的な産卵ということが影響しているものと考えられる。

### II. 魚介類筋肉の鮮度によるコリン，TMA 及び TMAO の含量差

前に魚類筋肉と臓器のコリン，TMA 及び TMAO 量は，魚種によつては勿論，同種のものでも時期的に筋肉別に，臓器の部分により何れも異ることをみたが，鮮度の低下によるこれらの量の推移を知るために各種魚介肉の鮮度低下中の変化を追跡した。

試料には赤身魚，白身魚，洄游魚，軟体類，サメ類，淡水魚等を使用し，処理は前実験と同じである。

その結果は何れの魚種についても同じ傾向が窺われたのでその中より選び Table 2, 3, 4, 5, 6 に示した。

即ち，コリンはいづれの魚種でも鮮度低下と共に漸増するが，軟体類では特にその増加割合も大きく中でもイカは特異的に多い。なお TMAO 量も他の魚種より異常に多く，イカが特異的であるのは鴻巣らが指摘した[4]のと一致する。

淡水魚については，コリンは他の海産魚と同じように始めは増加するが或限度に達した後では減少する。また TMAO がないにも拘らず TMA が増加するので興味がもたれるところである。これについては後報でのべる。

### III. 魚類筋肉及び臓器各部の腐敗度によるコリン，TMA 及び TMAO の含量

魚種別筋肉については前述のように略同じ変化過程をとり，含量には相異がみられた。更に同一魚類につき筋肉の種類，臓器別に測定したところ Table 7 のようで，コリン，TMA は腐敗と共に増加する。

以上より鮮度によつてコリン含量が異ることが知られる。それでコリン含量の多少を論ずる時は，その魚介類の鮮度を考慮しなければならない。

### IV. 魚類筋肉腐敗中のコリン生成に及ぼす細菌作用

魚類筋肉の腐敗に伴いコリンが漸増するが，これらを防腐した場合について調べた。即ちサバ，アオダイの精肉を細砕しその一部をトルオール (5% 量) にて防腐し 12°C に放置し，経過時間毎にコリン含量を測定した結果は Fig. 1 に示した。

防腐すると TMA と同様にコリンも殆んど増加しない。故にその生成に関与しているのは主として細菌そのものかまたは細菌酵素の作用であることは明かである。

## 要　約

白身魚，赤身魚，廻游魚，軟体類，サメ類，淡水魚等の筋肉又は臓器中のコリン及びメチル基を有する ($(CH_3)_3 \equiv N$) 化合物 (TMA, TMAO) を季節的に，鮮度別に測定し，それ

**Table 2.** Change of choline, TMA and TMAO contents of horse-mackerel (*Trachutus japonicus*) during storage at 15°C ± 2.

| Storage time (hr.) | $NH_3$ (mg·%) | Choline (mg·%) | TMA (mg·%) | TMAO (mg·%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 10 | 3.5 | 2.6 | 51.12 |
| 18 | 18 | 10.75 | 6.3 | 47.87 |
| 27 | 50 | 22.25 | 31.0 | 27.94 |
| 47 | 75 | 33.5 | 35.8 | 26.85 |
| 71 | 140 | 35.17 | 70.5 | 5.71 |
| 95 | 275 | 74.4 | 78.8 | 0 |

**Table 3.** Change of choline, TMA and TMAO contents of sea-bream (*Pagrosmus Major*) during storage at 22°C.

| Storage time hr. | $NH_3$ (mg·%) | Choline (mg·%) | TMA (mg·%) | TMAO (mg·%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 20 | 17.5 | 7.5 | 87.8 |
| 24 | 50 | 20.3 | 29.6 | 62.9 |
| 48 | 175 | 33.4 | 71.5 | 21.6 |
| 60 | 245 | 38.0 | 98.3 | 0 |
| 72 | 350 | 39.2 | 92.5 | 0 |

**Table 4.** Change of choline, TMA and TMAO contents of squid (*Doryteuthis blackeri Keferstein*) during storage at 15°C ± 2.

| Storage time hr. | $NH_3$ (mg·%) | Choline (mg·%) | TMA (mg·%) | TMAO (mg·%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 19 | 83.5 | 4.04 | 111.0 |
| 24 | 70 | 139.5 | 92.0 | 34.0 |
| 48 | 125 | 217.8 | 113.0 | 15.2 |
| 72 | 280 | 257.5 | 184.0 | 0 |
| 130 | 320 | 350.4 | 189.0 | 0 |

**Table 5.** Change of choline, TMA and TMAO contents of shark (Hammerhead) (*Sphyrna zygaena*) during storage at 15°C ± 2.

| Storage time hr. | $NH_3$ (mg·%) | Choline (mg·%) | TMA (mg·%) | TMAO (mg·%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 45 | 36.0 | 6.9 | 399.63 |
| 24 | 125 | 83.25 | 25.2 | 369.31 |
| 48 | 150 | 85.5 | 104.0 | 223.50 |
| 72 | 300 | 88.82 | 232.0 | 59.94 |
| 120 | 580 | 145.0 | 310.0 | 0 |

**Table 6.** Change of choline, TMA and TMAO contents of carp (*Cyprinus carpio*) during storage at 15°C.

| Storage time hr. | $NH_3$ (mg·%) | Choline (mg·%) | TMA (mg·%) | TMAO (mg·%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 3 | 2.35 | 0.50 | 0 |
| 24 | 5 | 3.12 | 0.60 | 0 |
| 50 | 15 | 1.95 | 2.12 | 0 |
| 70 | 16 | 1.70 | 2.30 | 0 |
| 96 | 26 | 0.55 | 5.12 | 0 |

**Table 7.** Changes in choline, TMA and TMAO contents (mg. %) in various muscles and organs of mackerel (*Scomber japonicus*) decreasing in freshness at 20°C.

| Storage time (hr.) | Portion of fish body / Freshness ($NH_3$) | Ordinary muscle | | | Bloody muscle | | | Stomach | | | Liver | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Choline | TMA | TMAO | Choline | TMA | TMAO | Choline | TMA | TMAO | Choline | TMA | TMAO |
| 0 | 15 | 2.5 | 0.36 | 12.05 | 7.0 | 0.64 | 21.7 | 43.5 | 2.0 | 77.5 | 34.0 | 1.6 | 85.0 |
| 20 | 18 | 4.8 | 3.20 | 8.0 | 11.6 | 6.0 | 15.0 | 51.9 | 25.2 | 48.5 | 43.0 | 18.6 | 63.75 |
| 34 | 21 | 7.2 | 4.0 | 7.5 | 17.4 | 7.3 | 13.5 | 70.0 | 36.5 | 34.5 | 55.0 | 30.0 | 49.5 |
| 44 | 25 | 19.4 | 6.4 | 4.5 | 34.0 | 10.6 | 9.25 | 94.4 | 42.4 | 27.0 | 74.0 | 40.0 | 37.0 |
| 52 | 32 | 29.2 | 10.0 | 0 | 48.4 | 17.5 | 0.5 | 117.0 | 63.5 | 0.5 | 87.6 | 70.0 | 0 |

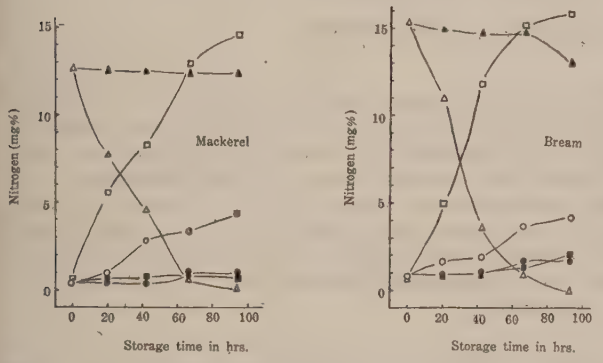



**Fig. 1.** Formation of choline observed in antisepticized fish meat during storage at 12°C ± 3. ○, ●: choline, □, ■: TMA, △, ▲: TMAO, white mark: control, black mark: antisepticized.

それの場合含有量が異り，季節的にはコリン，TMAO が概して白身魚では冬季に，赤身魚では夏季に多くなることを知つた。また鮮度的には鮮度低下と共にコリン，TMA 量は増加し，何れの魚種でも同じ傾向を示した。軟体類特にイカ，またサメ等は他の魚種に比し特異的にコリン，TMAO 含量が多く，それらの増加割合も大きい。

淡水魚のコリン量は海産魚と同様に始めの間増加するが腐敗が進行すれば減少する。なお TMAO が初めから全くないのに TMA の生成が認められた。

更にコリンの生成は主として細菌の作用によることが明かにされた。

終りに有益な助言を賜わつた本教室太田助教授，便宜を与えられた教室の諸氏並びに試料を提供下さつた本学生物学教室及び鹿児島動物園長梶原氏に深謝の意を表し，実験に協力された竹下克郎，瀬戸口賢一，徳光正利の諸君に感謝する。

## 文　　献

1) 高田幸二・西元諄一：鹿大水産紀要，**4**，85 (1955).
2) 森高次郎・鴻巣章二・宮川昭次：本誌，**23**，282 (1957).
3) W. J. DYER: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **6**, 351 (1946).
4) 佐々木林次郎・藤巻正生：日農化，**27**，420 (1953).
5) 斎藤要・鮫島宗雄：日農化，**30**，531 (1956).
6) W. J. DYER, F. E. DYER and M. SNOW: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 8, 309 (1948).
7) 橋本芳郎・岡市友利：本誌，**23**，269 (1957).
8) 太田冬雄：本誌，**17**，309 (1952).
9) 鴻巣章二・秋山明子・森高次郎：本誌，**23**，561 (1958).

# 魚介類のコリンに関する研究—II.
## コリンの分解について

高田幸二・西元諄一
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on the Choline in Fish—II.
## Decomposition of Choline during the Spoilage of Fish Meats

Kōji Takada and Jun-ichi Nishimoto

A few experiments were carried out for the original substance of TMA in fish flesh. It was ascertained that, in the case of salt-water fish, formation of TMA in a flesh somewhat degraded in freshness did exceed the value theoretically attributable to the TMAO only, and that in an advanced decomposition state TMA formation attained to a remarkable extent.

Formation of TMA was clearly observed also with fresh-water fish flesh usually free from TMAO. TMA production stood in a close relation with the disappearance of choline. Using a flesh of fresh-water fish added with choline, TMA formation was observed very distinctly. Hence it may well be regarded that at least in fish flesh containing little or no TMAO choline is an important mother body of the TMA.

先に各種魚類の筋肉及び臓器について腐敗中のコリン，トリメチルアミン (TMA) 及びトリメチルアミンオキサイド (TMAO) 含量を測定した[1]ところが，TMA は殆んどが TMAO の還元により生成されると信じられているにも拘わらず，TMAO を全く含まない淡水魚においても鮮度低下に伴い TMA の生成を認めた。そこで TMA の生成母体としては TMAO のみならず他の物質が考えられる。Dyer 及び Wood らが腸内細菌の作用により一応コリンも TMA の母体となりうることを指摘しているが，TMA の殆んどは TMAO の還元により生成されるとしている[2]。しかし淡水魚のように TMAO が元来全く含まれていない場合にはコリンが TMA の母体をなすと考えられる可能性がある故これについて検討したので報告する。

## 実　　験

### 試料及び定量法

試料は市販の新鮮な魚類および活魚を三枚に卸し，筋肉部をホモゲナイザーで細砕均一化し，それを一定温度に放置し，経過時間毎にその一部を採取し実験に供した。定量法は前報[1]と同様である。

## 実験結果及び考察

### I. 魚介類筋肉中の TMA 及び TMAO 含量の放置時間による変化

鹹水産魚肉においては鮮度低下に伴つて TMA が増加するが，これは TMAO の還元が進行することによるものとされている。Fig. 1 に示したように赤身，白身，洄游性，軟体類の各種魚介類筋肉の鮮度低下中の TMA-N と TMAO-N との和は或る時間までは殆んど一定であるが TMAO が消失してもなお TMA-N の増加が継続している。前述のように TMA-N が TMAO-N のみに由来するものであれば TMAO が消失した後では当然 TMA-N の増加はみられなくなる筈である。

1958 年 6 月 2 日受理

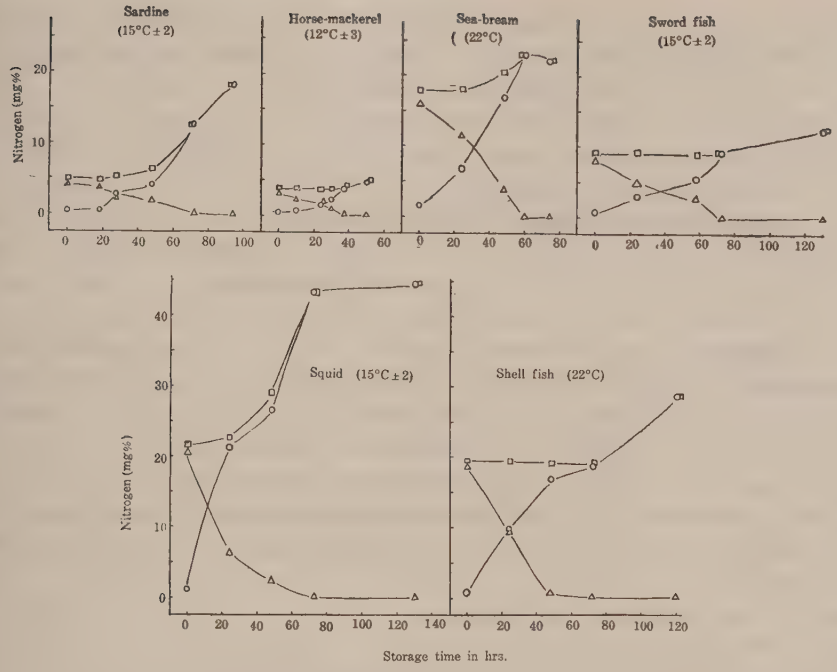



**Fig. 1.** The relations between TMA-N and TMAO-N in muscle of various salt-water fishes observed during storage at different temperatures.
○, TMA-N; △, TMAO-N; □, TMA-N+TMAO-N

また特にイカにおいては腐敗の頭初より TMA-N と TMAO-N の和は増加している。しかもコリン含量は初めから多く，かつ腐敗中にも著しく増加することが判つている[1]から，これらの関係から次のようにいえそうである。即ちコリンの増減に関しては，その数量的割合はわからないが，増加していることだけは確かである。そこで，例え一方で分解があつても生成がこれを上廻るときは全体として増加することになるから，コリン測定値そのものは減少しなくても，TMA-N と TMAO-N の和が始めから増大した事実をコリンの分解から来るN発生の影響と解釈しても差支えないように思われる。

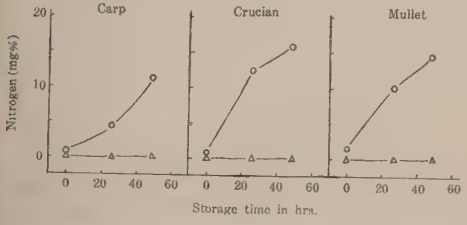



**Fig. 2.** The relations between TMA-N and TMAO-N in muscle of various fresh-water fishes observed during storage at 23°C ± 3.
○, TMA-N; △, TMAO-N

なお図に示してないが，サメでは TMA-N と TMAO-N の和は殆んど一定で，サメは他の魚種に比してコリンを多く含んでいるにも拘わらず，この点イカと異つている。サメは尿素の特に多いものであるのでコリン分解にこれが影響する可能性が考えられるが更に検討を要する。

淡水魚については上述の鹹水魚とは全く異り，TMAO が全然ないのに Fig. 2 に示したような結果を与えた。以上の結果より魚類筋肉鮮度低下過程における TMA 増加については TMAO 以外にも母体があるように考えられるので，その物質としてコリンを推定した。

### II. 腐敗淡水魚筋肉より得た TMA ピクレートについて

DYER 法により得られたピクレートの内容を調べる目的でペーパークロマトグラフィを試みた。即ち腐敗

コイ筋肉を処理して得たピクレートを塩酸に溶解し，東洋沪紙 No. 50，展開剤ブタノール：酢酸：水＝4：1：1 で8時間室温 (13°C ± 2) で展開した。ニンヒドリン反応により Rf = 0.564，沃度反応により Rf = 0.57 にスポットが見られた。TMA の標品には TMA 塩酸塩(和光製)を用い，これよりピクレートを作つて同様に展開し，ニンヒドリン反応により Rf = 0.559，沃度反応により Rf = 0.568 を得た。斯様に両者のスポットの位置が殆んど一致するので TMA のみと考えられる。なおベンゼンスルホクロリド法による検出を試みたがピクレート微量のため同定が困難であつた。

**III. コリンを添加したコイ筋肉の鮮度低下中における TMA 生成量**

前述の結果よりコリンが TMA の母体となり得るものと推定したが，TMAO の影響のないコイ筋肉に特にコリン塩酸塩を 2.5% 加え 17°C に放置してその TMA 生成状況を観察した。その結果は Fig. 3 のようである。コリンを加えたものでは或る時間後 TMA の生成が顕著で，明らかに加えたことが影響すると思われ，116 時間経過後には対照に較べて約4倍の生成を見ている。またコリン態 N の減少量と TMA-N の増加量は可成り一致する。対照区のコリン変化は 60 時間頃より減少し，TMA はその時間頃まではわずかに増加しているがコリンが減少するとともに TMA の増加がはつきりして来る。然しそれらの N の量的関係は必ずしも一致しない。これは恐らくコリン分解の影響と考えられる。

**IV. コリン及び TMAO を添加したコイ筋肉の鮮度低下中の TMA の生成量**

鹹水産魚と大略同じ条件下において TMA の生成を検するためコイ筋肉に TMAO を 0.125% (A) 及びコリン，TMAO を夫々 0.125% (B) 加え，それらの鮮度低下中の TMA，コリン及び TMAO 量の変化を Fig. 4 に示した。

TMAO のみを加えた場合の変化では TMAO-N の減少量と TMA の増加量は殆んど一致し，コリン-N の減少する時は TMAO-N の減少量とコリン-N の減少量の和が TMA-N となつている。更に TMAO とコリンを加えた場合の TMA の生成は

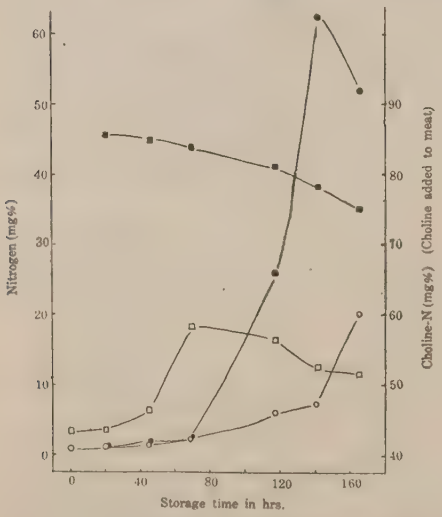



**Fig. 3.** The changes in amounts of TMA-N and choline-N in choline-added muscle of carp observed during storage at 17°C.
○, ●: TMA-N; □, ■: Choline-N;
○, □: Control; ●, ■: Choline-added

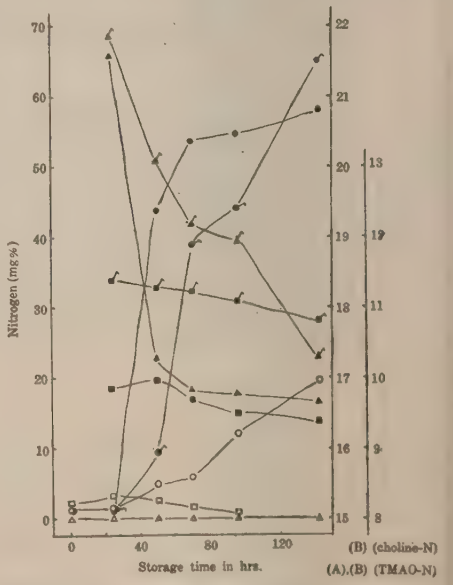



**Fig. 4.** Changes of TMA-N, choline-N and TMAO-N in the muscle of carp added with TMAO or with TMAO and choline and stored at 15°C.
○, ●, ◐: TMA-N
△, ▲, ◭: TMAO-N
□, ■, ◧: Choline-N
○, △, □: Control
●, ▲, ■: TMAO-added
◐, ◭, ◧: Choline-and TMAO-added

TMAO を単独に加えた場合より TMA の増加割合は減少する。これについてはコリンのアルコール側鎖の酸化により有機酸の生成することの影響が考えられるので，この酸による TMA 生成阻害かとも思われる。しかしながら，コリンをも加えたものでは 140 時間後でも可成りの量のコリンが残つているにも拘わらず TMA は著しく増加しているのでこのような推察は出来ないことになる。これに対する説明についてはなお検討中である。然しTMAO の分解はコリンの分解よりも先行するということも考えられる。また TMA の生成量については TMAO のみを加えた場合と同じ傾向で TMA-N の増加量と TMAO-N 及びコリン-N の減少量との間にはほぼ相関関係が見られる。即ちこの場合も TMA 生成についてコリンが有力な関係物質であることを物語つている。

## 要　　約

魚介類筋肉の腐敗過程においてコリンは漸次増加する。これは主に細菌の作用によることが判つたが，一方このものが魚肉腐敗に際して生成される TMA の母体となりうる可能性が考えられる。即ち鹹水魚における TMA 生成は，一般に TMAO に起因するといわれているが，ある程度鮮度の低下したものではその生成量は TMAO に由来する場合の理論量より多く，腐敗の進んだ段階（TMAO 消失）では一層明瞭に多くなつた。更に TMAO を全く含まない淡水魚の場合にも明らかに TMA の生成がみられ，その生成量とコリンの減少量との間には可成り明らかな相関関係がみられる。この場合標品コリンの添加されたものでは明らかに添加に起因すると思われる生成量の増加が認められた。これらはコリンが魚肉腐敗過程における TMA 生成の母体となりうる可能性を示すもので特に TMA 量が少いか，又は全く含まれていない肉質では主要な母体となるものと考えられる。

終りに有益な助言を賜わつた本教室太田助教授及び御便宜を図つて下さつた教室の方々に深謝の意を表し徳光正利君の実験にあたつての熱心な助力に対し感謝する。

## 文　　献

1) 高田幸二・西元諄一：本誌，24，　(1958).
2) F. E. Dyer and A. J. Wood: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **7**, 17 (1947).

# Trimethylamine Oxide in Fish Muscle I. The Origin of Trimethylamine Oxide in Goldfish Muscle

Yoshiro Hashimoto and Tomotoshi Okaichi

*(Laboratory of Fisheries Chemistry, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo*

The distribution and post-mortem change of trimethylamine oxide (TMO) in aquatic animals have been extensively studied, but its metabolism in fish is still obscure. On the origin of TMO, several hypotheses have been advanced; Baldwin[1] regarded it as a detoxification end-product of ammonia and Kutcher and Ackermann[2] as a methylation and oxidation product of lower cleavage compounds in protein degradation. A part of TMO was also supposed by Dyer[3] to be derived from ingested choline or allied compounds. Against these assumptions on the side of the endogenous metabolic origin, Reay[4] suggested that TMO originates from the food and is simply retained in the muscle. A sole experimental evidence on this problem was given by Benoit and Norris[5], who clearly demonstrated by a feeding test that TMO in muscle of young salmon is of an exogenous origin.

The object of this work has been to obtain some information about the metabolism of TMO in fish and the present paper deals with the results on goldfish, *Carassius auratus*.

## Experimental

The fish were kept in a tank (A) connected by a siphon (B) with a filter tank (C), as shown in Fig. 1, which has been devised and developed by the present authors[6]. In this system, the filtered water was circulated (20~30 *l*/hr.) from C back to A by an air-lift pump (D) simultaneously with areation. The water in A was accordingly introduced by B to the bottom chamber (E) of C and forced to pass upwards through a sand filter (F) provided above E. The water flow of this type extended the durability of the filter, as the greater part of feces and food particles from A settled on the bottom of C in innocent form and consequently the sand layer was hardly stopped up with debris. The filter, moreover, served as an efficient biological filter and made it possible to keep both marine and fresh water animals in good condition, such as goldfish, eels, globefish and baby clams. A set consisting of a tank of 40 litres capacity with a filter tank of 10 litres was chiefly used. The maximum weight of goldfish which could be held was about 20 g. per 1 *l* of the water. Goldfish, the

*Received July 18, 1958.*

body weight of which ranged from 8 to 16 g. were used as test animal. The water temperature was not controlled and ranged from 20° to 24°C.

The basal diet was prepared by combining two parts of minced and boiled carp meat with one part of 30% gelatin solution as a binder and the mixture was stored in a refrigerator. In every preparation, the basal diet was checked up on the absence of TMO and trimethylamine (TMA). The diet containing TMO was obtained by incorporating recrystallized TMO–$2H_2O$ to the basal diet before cooling. The cake was cut into small pieces, which were given in a slight excess to fish three to four times every day, unless otherwise stated.

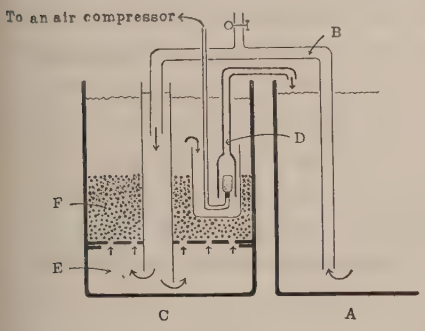



**Fig. 1.** Diagram showing the main part of fish and filter tanks.

The fish removed from tanks for analysis were immediately killed and the muscle was carefully collected. Usually, five grams of the pooled muscle from three to five individuals were homogenized and extracted with trichloroacetic acid solution and TMO was determined together with TMA on the extracts according to the modified Dyer method by the present authors[7]. The fish and the muscle were ice-cooled, otherwise TMA formed during the treatment in the muscle containing TMO.

## Results

### 1. Fish fed a diet containing 5% TMO

Thirty-five goldfish preliminarily fed the basal diet for a week were divided into two groups. The one was fed a diet containing 5% TMO and the other the basal diet, both for one hour *ad libitum*. The fish took diet at the rate of about 8% of body weight. After feeding, they were placed in other vessels and three individuals were removed for analysis at intervals. Results are shown in Fig. 2. The muscle is TMO- and TMA-free while the fish are on a TMO-free diet, but already two hours after the ingestion of TMO it contains the base, the concentration of which is highest in specimens of the sixth hour and becomes lower thereafter. In

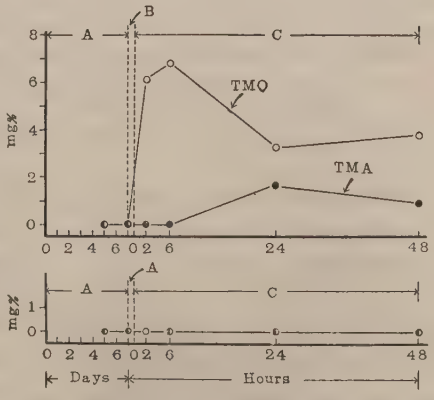



**Fig. 2.** TMO and TMA in the muscle of goldfish fed a diet containing 5% TMO. A; The TMO-free diet. B; The diet containing 5% TMO. C; Fasting.

accordance with the decrease in TMO concentration, TMA appears in the muscle.

**2. Fish continuously fed a diet containing 1% TMO**

After being kept on the basal diet for five days, the fish were fed a diet containing 1% TMO for a further period of six days. A control group was also provided as mentioned above. The fish took diet at the rate of 10% of body weight per day for the total period. Judging from the curve in Fig. 2, specimens were removed four hours after the beginning of feeding of the day. As shown in Fig. 3, the muscle of fish receiving a TMO-free diet is again confirmed to be TMO- and TMA-free. While the fish are on a diet containing 1% TMO, the relatively constant level of TMO and TMA is maintained, but the bases rapidly disappear in the following fasting period of two days. In another experiment, in which the feeding of a diet containing 1% TMO was followed by that of the basal diet insteated of fasting, the rapid disappearance of the bases was also recognized.

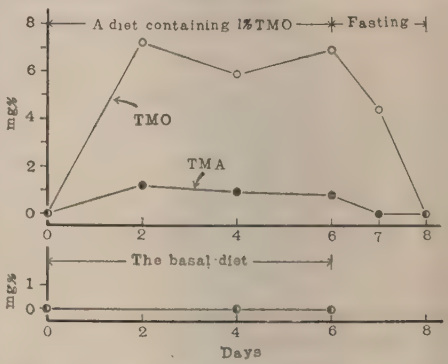



**Fig. 3.** TMO and TMA in the muscle of gold fish continuously fed a diet containing 1% TMO.

**3. The formation of TMA from choline**

The fish preliminarily fed the basal diet for a week were divided into four groups and placed in separate tanks. The three groups were fed the basal diet containing respectively each 5% TMO, betaine and choline chloride for one hour *ad libitum* and the last one the basal diet similarly. The pooled muscle from three individuals was analysed for TMO and TMA four and twenty-four hours later. The results are summarized in Table 1. Figures in the

**Table 1.** TMO and TMA in the muscle of goldfish fed TMO, choline chloride or betaine.

| Supplements | None | TMO | | Choline chloride | | Betaine | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dose per individual mg | 0 | 21 | | 25 | | 28 | |
| Hours after ingestion | 24 | 4 | 24 | 4 | 24 | 4 | 24 |
| TMA mg% | 0 | 0.55 | 1.10 | 0 | 2.28 | 0 | 0 |
| TMO mg% | 0 | 4.16 | 2.64 | 0 | 0 | 0 | 0 |

table show that the pattern of TMO and TMA formation in the muscle of fish fed TMO is similar to that seen in Fig. 2, whereas the level of the former is slightly low and the appearance of the latter is earlier. None of both bases originates from ingested betaine and only TMA from ingested choline twenty-four hours later. It may be noted here that goldfish were very sensitive to TMA-HCl in the food, and the authors failed to feed fish a diet containing even 0.5% TMA-HCl.

## Discussion

Benoit and Norris confirmed that the muscle of young salmon fed the liver does not contain TMO, whereas on the diet consisting of 50% liver and 50% pecten or 50% liver and 50% salmon meal it accumulates a considerable amount of TMO, and concluded that the oxide present in pecten and salmon meal is retained in the muscle. Strictly speaking, this conclusion may be a hasty one, because their work did not exclude the possibility of the TMO formation from some other constituent present in pecten or salmon meal, but not in the liver, although this is not likely to happen. And in such an experiment, it is desirable to use the same basal diet with or without the addition of a substance in question. In this experiment, therefore, the diet was strictly defined.

The result in this work was analogous to that of Benoit and Norris, and it is confirmed that some of ingested TMO appears in the goldfish muscle, which is TMO-free while the fish are on a TMO-free diet. It is, moreover, newly found that the metabolism of TMO in the goldfish muscle is very rapid and TMA forms several hours later. The rapid rise and fall of TMO in the muscle, as shown in Figs. 2 and 3, may suggest that there might occur a considerably large fluctuation of the TMO content even in a day, and that a relatively constant level of the bases seen in Fig. 3 would be due to the fixed sampling at a definite time. In spite of the ingestion of a large dose, the level of muscle TMO was rather low, and the authors suppose that there is a system to control the upper level of it, as Dyer[3] did. The rapid disappearance and low level of muscle TMO may suggest that this base is physiologically of little importance to goldfish.

The late appearance of TMA in accordance with the decrease of TMO may indicate the metabolic fate of the oxide present in the muscle and some of TMO is supposed to be reduced to TMA before being excreted. The small quantity of TMA, which was determined in many fresh water fish by Anderson and Fellers[8], might be of this nature. The reduction of the oxide by muscle tissue was also observed, as mentioned above. In addition, it was also recognized when the homogenized muscle of TMO-free goldfish was incubated with TMO.

Dyer and Wood[9] assumed that some of TMO may originate from choline or other trimethylammonium bases by analogy from their results on bacteria, but this is found not applicable to goldfish, because no appreciable quantity of TMO formed in the muscle, whereas TMA was detected twenty-four hours after the ingestion of choline (Table 1).

## Summary

While goldfish were on a TMO-free diet consisting of carp meat and gelatin the muscle was TMO- and TMA-free, but it retained a small amount of the base from

the food for a short period. In the muscle of fish fed the oxide, TMA also appeare later, and this may suggest together with other evidences that some of TMO is r duced to TMA before being excreted. Only TMA formed in the muscle from inges ed choline and none of both bases from betaine.

**Acknowledgement**

The authors wish to express their thanks to Prof. Mori for his kind advice.

**References**

1) BALDWIN, E.: "*Dynamic Aspects of Biochemistry*" p. 329 (1952).
2) KUTCHER, F. and ACKERMANN, D.: "*Ann. Rev. Biochem.*", **2**, 355 (1933).
3) DYER, W. J.: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 8, 314 (1952).
4) REAY, G. A.: *Rept. Food Inves. Bd. Gr. Brit.*, 1938, 87 (1939). (quoted from DYER, W. J. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **8**, 314 (1952).)
5) BENOIT, G. J. and NORRIS, E. R.: *J. Biol. Chem.*, **158**, 439 (1945).
6) HASHIMOTO, Y. and OKAICHI, T.: *Kagaku* **28**, 36 (1958).
7) HASHIMOTO, Y. and OKAICHI, T.: *This Bull.*, **23**, 269 (1957).
8) ANDERSON, D. W. and FELLERS, C. R.: *Food Research* **17**, 472 (1952).
9) DYER, F. E. and WOOD, A. J.: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **6**, 403 (1946).

# Trimethylamine Oxide in Fish Muscle
# II. Trimethylamine Oxide in the Muscle of Eels Kept in Fresh and Brackish Water

Yoshiro Hashimoto and Tomotoshi Okaichi
(*Laboratory of Fisheries Chemistry, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo*)

It has been suggested that trimethylamine oxide (TMO) plays a part in the osmoregulation in sea water animals. Benoit and Norris[1], however, found that there was no significant change in the TMO concentration in the muscle of young salmon, when the environment was progressively changed from fresh to sea water while the fish were on a TMO-free diet. Beatty[2] detected a small quantity of TMO in the muscle of eels, *Anguilla rostrata*, living in brackish water, but not in that of eels living in fresh water, and he assumed this is probably due to the food rather than the chlorinity of the surrounding water.

Succeeding to the previous work on goldfish[3], the effect of diet and chlorinity of medium on the TMO concentration in the muscle of eels, *Anguilla japonica*, was examined.

## Experimental and Results

Ninety young eels were obtained by courtesy of Mr. Noguchi from the Hamanako Branch of the Shizuoka Experimental Fisheries Station, at where they had been reared in a fresh water pond on a diet mainly consisting of sardine meat. The fish were divided into two groups, and the one was kept in fresh water and the other in sea water diluted to the salinity of 25‰. To prevent the escape of eels, tanks were covered with wire gauze. The temperature of water was not controlled and ranged from 22° to 30°C. Immediately after the arrival at the laboratory, eels were slightly nervous and it was required four to five days until the uneven feeding was dissolved. After this period, the both groups ate diet very well. The body weight of fish was 3.5~5.5 g. (average, 4.6 g.) at the beginning and 4.4~7.5 g. (average, 5.3 g.) at the end of experiment. The keeping of fish, preparation of diet and feeding were carried out similarly as in the previous experiment on goldfish[3].

The pooled sample of the muscle from three individuals was analysed for TMO and TMA by the method given in the previous paper, and the results are shown in Fig. 1. At the beginning, eels contain a small quantity of TMO, which is rapidly eliminated from the muscle while the fish are on a TMO-free diet. The fish again con-

*Received July 18, 1958.*

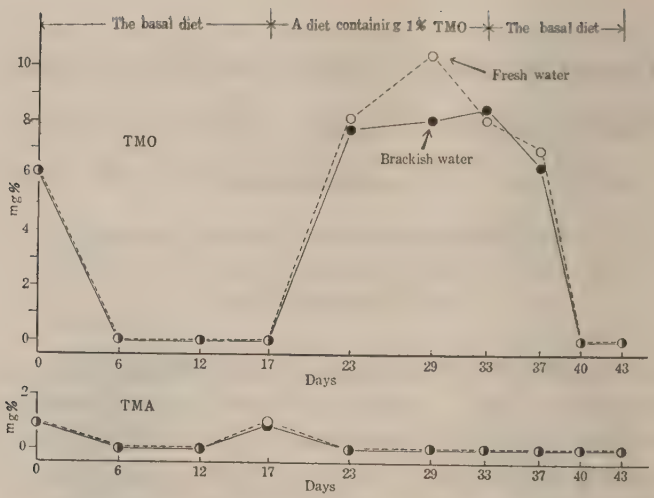



**Fig. 1.** TMO and TMA in the muscle of eels kept in fresh and brackish water.

tain the base, when they are fed a diet containing TMO. The level of the base nearly equal to that observed on the goldfish muscle and the metabolism of it is foun to be not influenced by the chlorinity of the surrounding water.

## Discussion

It is evident from the above results that TMO in the muscle of eels originate from the food, as observed on goldfish by the present authors and on young salmo by Benoit and Norris[1]. The presence of TMO at the beginning of experiment supposed to be an after-effect of a diet fed at the Hamanako Branch.

The chlorinity of medium had no relation to the muscle TMO in eels, and thi may support, though indirectly, the work of Benoit and Norris on young salmor However, one should refrain from drawing a conclusion that TMO has no connectio with the osmoregulation in marine animals, because in these works no estimation o the osmotic pressure of tissues was carried out and the young eels have been know to be able to maintain the concentration of tissues below $\Delta$−1.0°C, when transferre from fresh water to sea water ($\Delta$−2.0°C)[4].

The rise and fall of TMO level was also fairly rapid, and this may support Benoi and Norris against Love[6], who has stated it should be argued that the experimenta period of forty-five days, adopted by Benoit and Norris, was much too short for on to form any definite conclusions.

A sole and marked difference between eels and goldfish was seen in the TMA formation in the muscle. No appreciable quantity of TMA was detected through th experimental period, except the first and the 17th days. This may indicate that th metabolic fate of TMO in eels differs from that in goldfish.

## Summary

On the origin of TMO in the muscle of eels, a similar result was obtained as that in the previous work on goldfish, and it is again confirmed that TMO in the muscle is of the exogenous origin. The chlorinity of medium had no connection with the retention of the base. The metabolic fate of it in the eel muscle is assumed to be slightly different from that in the goldfish muscle.



## Acknowledgement

The authors are indebted to Prof. T. Mori and Ass. Prof. S. Egusa for their kind advice.


## References


1) Benoit, G. J. and Norris, E. R.: *J. Biol. Chem.*, **158**, 439 (1945).
2) Beatty, S. A.: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **4**, 229 (1939).
3) Hashimoto, Y. and Okaichi, T.: *This Bull.*, **24**, 640 (1958).
4) Black, V. S.: "The Physiology of Fishes" Vol. I, p. 194 (1957).
5) Love, R. M.: *ibid.*, Vol. I, p. 409 (1957).

# 魚類の肉質変化に関する生化学的研究—IX.
## 普通肉と血合肉の Proteolytic activity について*

斎藤 要・鮫島宗雄
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on the Biochemical Change in Fish Muscle—IX.
## On the Proteolytic Activity of Ordinary and Dark Muscle

Kaname Saitō and Muneo Sameshima

The proteolytic activities of the extracts of ordinary muscles, dark muscles and other tissues of some fresh fishes were examined. The results obtained were as follows.

1) In each case of this experiment it was ascertained that proteolytic activity of dark muscle was stronger than that of ordinary one, and that the amount of free tyrosine in the process of autolysis of dark muscle increased with far more rapidly than in case of the ordinary one.

2) Compared the activity of ordinary muscle with the activity in pyloric coeca and liver, the activity in the ordinary observed muscle was found to be weak, and the difference due to the variation of the fish-species was hardly noticeable.

3) The phenomenon that — the autolysis proceeds in "red meat fish" more rapidly than in "white meat fish" — may be concerned with the difference in amount of dark muscle having strong proteolytic activity, between both types of fish.

魚種により肉質の鮮度低下に幾分の難易のあることは周知の如くで，例えばサバ，カツオのような赤身の魚種は，タイ，ヒラメのような白身のものより漁獲後の肉質変化が起り易いといわれている。このような相違の起る原因は勿論複雑なものと思われるが，本報においては，魚種別に普通肉と血合肉及び他の組織の有する proteolytic activity を検討するとともに，その結果を魚種による肉質変化の難易と関連づけて考察し，若干の知見を得たので報告する。

## 実験の部

**実験材料**: 実験に供した魚種と，おのおのの平均体重はコイ *Cyprinus carpio* Linné (187 g)，ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Bleeker (220 g)，マアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) (167 g)，アオカマス *Sphyraena nigripinnus* Temminck et Schlegel (140 g)，マダイ *Chrysophrys major* Temminck et Schlegel (385 g) 及びシロザメ *Mustelus griseus* Pietschmann (1,400 g) で，いずれも 1956 年 4 月から 1957 年 9 月までの間に鹿児島湾内及び本学養魚池より採集した活魚を用いた。

**実験条件**: 筋肉その他組織の抽出液 (0.2 M KCl 溶液) の調製法，Proteolytic activity の測定法及び activity の表示法については前報[1] を参照されたい。

## 結果及び考察

**普通肉と血合肉の proteolytic activity**: 数種の魚について，in vitro の条件で普通肉と血合肉の持つ

1958 年 7 月 28 日受理
* 1957 年 4 月 日本水産学会年次大会 (東京) にて発表

**Table 1.** Relative proteolytic activity of ordinary and dark muscle of several species of fish.

| Species | Ordinary muscle ext. | | Dark muscle ext. | |
|---|---|---|---|---|
| | Prot.-N concn.* mg.% | Relative** activity | Prot.-N concn.* mg.% | Relative** activity |
| Carp | 138 | 25 | — | — |
| Mackerel | 122 | 25 | 95 | 85 |
| Horse mackerel | 110 | 24 | 85 | 82 |
| Blue barracuda | 105 | 26 | 80 | 78 |
| Red snapper | 105 | 25 | — | — |
| Shark | 68 | 25 | 45 | 72 |

*: Prot.-N concentration of original extract, which were extracted from the ground fish muscle with ten folds volume of the extractant (0.2M KCl).

Digestion was carried out in citrate buffer (pH 3.5) at 35°C. for 10 hours under aseptic condition by adding of NaF (1%). Concentration of hemoglobin as substrate in reaction mixture was 0.5% and prot.-N concentration of the muscle extracts in reaction mixture were 10mg.%.

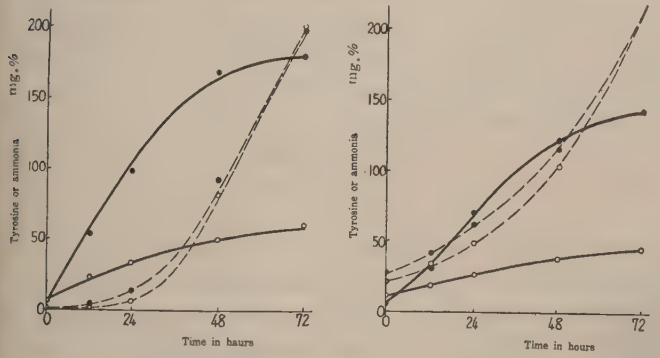
**: Relative activity was difined as mg.% of tyrosine liberated per prot.-N.% of the muscle extract.

activity の比較を行つた。即ち供試魚の普通肉と血合肉から 0.2 M KCl 抽出液を調製し，この蛋白質濃度を測定し，次いで 0.2 M KCl 溶液をもつて各抽出液中の蛋白質がほぼ同濃度(蛋白態窒素として 45mg·% 前後)になるように稀釈しactivity を測定した。

結果は Table 1 の如く抽出液中の総蛋白質量は普通肉，血合肉ともにシロザメが他の供試魚よりかなり少ない。普通肉の持つ単位蛋白質量当りの activity には魚種による差を殆んど認められなかつたが，血合肉において多少の差がみられ，供試魚の中ではゴマサバが強くシロザメが最も弱い activity を示した。しかし普通肉と血合肉を比較すると，各魚種ともに後者は前者の 3～3.5 倍の activity を示していることは興味深い現象である。

**臓器の proteolytic activity**: 魚肉の proteolytic activity は，同一魚体の臓器の持つそれに比較しどの程度のものであるかを知るため，ゴマサバとシロザメの二，三の臓器についても筋肉と同一条件で検討を加えた。その結果によると，ゴマサバの肝臓は普通肉 (relative activity 24) の約 4 倍 (104)，幽門垂は約 9 倍 (206) で，シロザメの場合は普通肉 (25) に較べ肝臓は約 4 倍 (95) を示し，各供試魚ともに血合肉は肝臓に近い activity を有することが認められた。

**普通肉と血合肉の放置時間に伴う遊離 tyrosine 量の変化**: 前述の如く血合肉は普通肉に較べ proteolytic activity がかなり強いということより，in situ における前者の自己消化作用が後者の場合より早く進行すると予測されるが，これを確める意味で次の実験を行つた。




A: Mackerel　　B: Shark

**Fig. 1.** Changes in amount of free tyrosine and ammonia of fish muscle during storage at 10°C.

○: Ordinary muscle　　——: Tyrosine
●: Dark muscle　　- - - - -: Ammonia

即ちゴマサバとシロザメを用い，普通肉と血合肉を分け，おのおの 10°C に放置した場合の遊離 tyrosine 量と ammonia 量の時間的変化を比色法[2),3)]により測定した。この結果は Fig. 1 の如くで普通肉と血合肉における ammonia 量の時間的変化に大差はないが，tyrosine 量の変化はゴマサバ，シロザメともに血合肉が普通肉より大きく，特に tyrosine 量は ammonia 量よりも放置直後から腐敗を感ずるに至る以前においてかなり急激に増加している。さらに防腐剤 (toluene または NaF) 添加の

条件に放置した魚肉においても，血合肉が普通肉よりも tyrosine 生成量の多いことも認められた。このような死後短時間内にみられる魚肉の遊離 tyrosine 量の増加は，主として自己消化に起因するものと考えられ，この場合普通肉よりも血合肉に急激な増加が見られるのは，おのおのの proteolytic activity に強弱のあることより当然の結果と思われる。

ところで漁獲後肉質が変化し易いといわれる魚種，即ち赤身の回游魚ほど全筋肉量に対する血合肉の割合が多いという一般的な事実[4]と，本実験で得られる血合肉が普通肉よりも proteolytic activity が強いという事実とを考え合せると，赤身の魚種が白身の魚種よりも肉質の変化が起り易いという原因をある程度説明し得るようである。

## 要　　約

数種の活魚を試料として，魚種別に普通肉，血合肉及び臓器の各抽出液 (0.2 M KCl 溶液)について proteolytic activity を検討し，次の結果を得た。

1) 各供試魚ともに，血合肉は普通肉の 3～3.5 倍の activity を有することを明らかにするとともに，in situ でも血合肉の遊離 tyrosine 量は普通肉の場合よりかなり急激に増加することを認めた。

2) 筋肉の activity は幽門垂等のそれに較べて弱く，また普通肉の activity は魚種による差が殆んど認められなかつたが血合肉では若干の差が認められた。

3) 赤身の回游性魚類ほど肉質変化が起り易いという現象は，proteolytic activity の強い血合肉量の全筋肉量に対する割合が白身の魚類が大きいということからも，ある程度の説明は可能と考えた。

## 文　　献

1) 斎藤　要・鮫島宗雄：日水会誌，**24**, 201 (1958).
2) O. Folin and V. Ciocalteau: *J. Biol. Chem.*, **73**, 627 (1927).
3) 斎藤正行：“光電光度計による臨床化学検査”，南山堂，(東京)，(1952)，p. 95.
4) 大谷武夫・富士川瀏：“魚類の化学”，厚生閣，(東京)．(1937)，p. 49.

# 水産動物肉蛋白に関するポーラログラフ的研究—II. 蛋白波に現れる種類差

菊池武昭・平野敏行・師岡 寛・岡田郁之助
(東京水産大学化学教室)

# Polarographic Studies of Protein Contained in Aquatic Animal II Specific Difference Shown in Protein Wave

Takeaki KIKUCHI, Toshiyuki HIRANO, Hiroshi MOROOKA and Ikunosuke OKADA

The present paper examines the peculiarities of meat extractive reflected in polarographic protein wave for 15 kinds of aquatic animals and reports the mutual ununiformity of aquatic animals in terms of polarographic protein wave. Comparative observations of the wave were made using two kinds of ammoniacal cobaltic solutions respectively containing divalent and trivalent cobalt (Figs. 1～3).

Polarographic characteristics of meat extractives were also studied. The relation between the height of the protein wave and the concentration of protein is shown in Figs. 4～9. With increasing concentration of protein the height of the protein wave increased first proportionally to protein concentration but tended finally to a plateau, *i. e.*, a maximal value.

## 緒 言

水産動物肉は種類により組成の蛋白質，アミノ酸量を異にし，これらの成分の差異によつてポーラログラフ蛋白波に差異を生ずることが考えられる。そこで水産動物の種類差をポーラログラフ的に求めることを目的として実験を試みた。

## 実験結果及び考察

魚類，軟体動物，甲殻類等 15 種を試料とし，これらの肉組織の水抽出液について同一条件でポーラログラムを求め比較した。同一条件といつても試料によつて組成成分が異り，水抽出を行う場合成分の抽出に難易もあり同一条件を求めるに問題もあるが，ここでは前報[1]で得られた測定条件に基いて[2]，生肉 10 倍水抽出液沪液 2.0cc に $CoCl_2$ 緩衝液（または luteo 塩緩衝液）20cc を加えた場合のポーラログラムを同一感度で求めて比較考察した。またこれらの水抽出液の濃度と蛋白波高の関係を求め，種々水産動物肉の水抽出液に於けるポーラログラフ的性質を調べた。

試料には次の 14 種の水産動物肉を用いた。これらは出来るだけ鮮度のよいものを選んだ。* は試料調製時生存したものである。

コイ (*Cyprinus caprio*)*, カツオ (*Katsuwonus pelamis*), サンマ (*Cololabis saira*), マグロ (*Thunnus thynnus*), サバ (*Scomber japonicus*), ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*), カレイ (*Limanda yokohamae*)*, キス (*Sillago sihama*), スルメイカ (*Ommatostrephes sloani*), ヤリイカ (*Doryteuthis bleekeri*), カキ (*Ostrea* (*Crassostrea*) *gigas*), ハマグリ (*Meretrix meretrix lusoria*)*, アサリ (*Venerupis* (*Amygdala*) *philippinarum*)*, ガザミ (*Neptunus* (*Neptunus*) *trituberculatus*)*, コウライエビ (*Penaeus orientalis*), 別に卵白，牛乳（市販），コイ血液，冷凍鯨肉ドリップを比較の参考に用いた。

1958 年 7 月 30 日受理

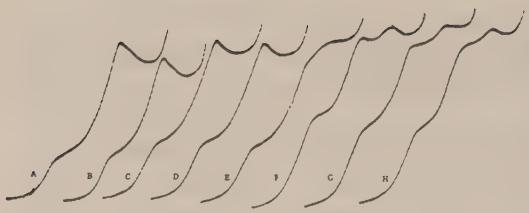



Fig. 1 (A)

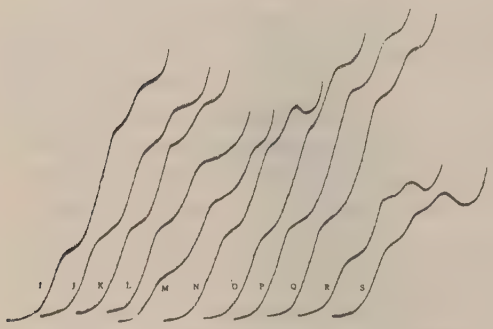



Fig. 1 (B)

**Fig. 1** (A, B) Polarographic protein wave of meat extractives.

Ammoniacal cobaltic soln. containing divalent cobalt was used. Sensitivity was 0.100 $\mu$A/mm.

A, *Katsuwonus pelamis* (LINNÉ)
B, *Scomber japonicus* HOUTTUYN
C, *Cololabis saira* (BREVOORT)
D, *Thunnus thynnus* (LINNÉ)
E, *Cyprinus caprio* (LINNÉ)
F, *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)
G, *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)
H, *Sillago sihama* (FORSKÅL)
I, *Venerupis* (*Amygdala*) *philippinarum* (ADAMS et REEVE)
J, *Meretrix meretrix lusoria* (GMELIN)
K, *Ostrea* (*Crassostrea*) *gigas* THUNBERG
L, *Ommatostrephes sloani pacificus* STEENSTRUP
M, *Doryteuthis bleekeri* KEFERSTEIN
N, *Penaeus orientalis* KISHINOUGE
O, *Neptunus* (*Neptunus*) *trituber culatus* MIERS
P, Egg white
Q, Cow milk
R, Blood of carp
S, Drip of frozen whalemeat

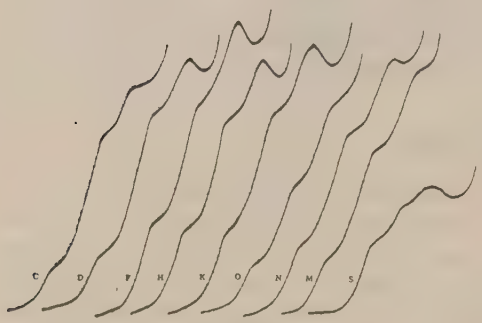



Fig. 2

**Fig. 2.** Polarographic protein wave of meat extractives.

Ammoniacal cobaltic soln. containing trivalent cobalt was used. Sensitivity was 0.100 $\mu$A/mm.
Symbol was same as in Figs. 1. A and B.

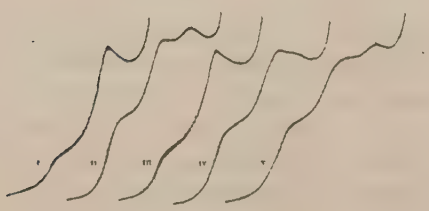



Fig. 3

**Fig. 3.** Comparison of white meat and reddy meat extractives.

Ammoniacal cobaltic soln. containing divalent cobalt was used. Sensitivity was 0.100 $\mu$A/mm.

I, *Thunnus thynnus* (LINNÉ)
II, *Sillago sihama* (FORSKÅL)
III, I + II.
IV, 80% alcoholic extractives of I + II.
V, 80% alcohol + II.

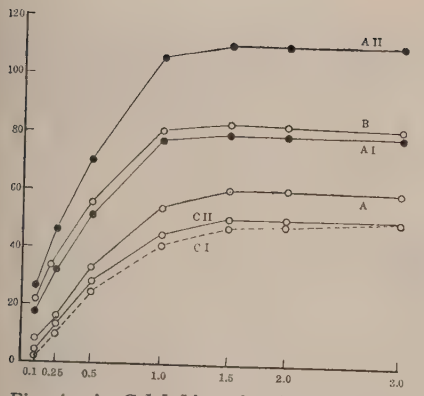



Fig. 4 A, *Cololabis saira* (BREVOORT)
B, *Katsuwonus pelamis* (LINNÉ)
C, *Cyprinus caprio* (LINNÉ)

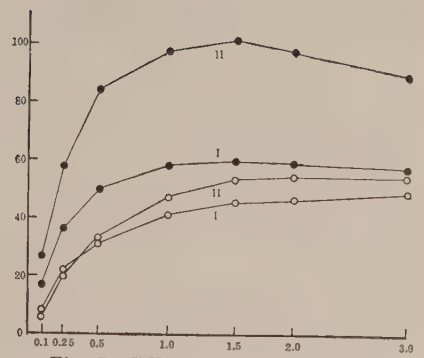



Fig. 5 *Sillago sihama* (FORSKÅL)

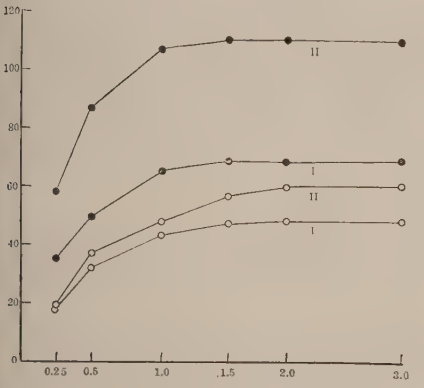



Fig. 6 *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)

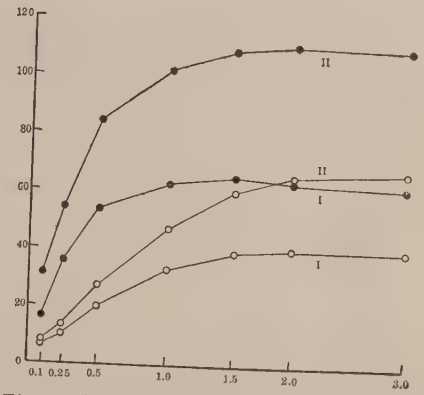



Fig. 7 *Doryteuthis bleekeri* (KEFERSTEIN)

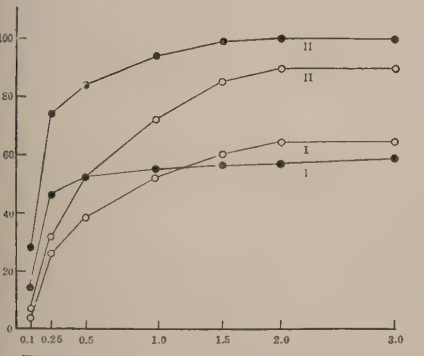



Fig. 8 *Penaeus orientalis* KISHINOUGE

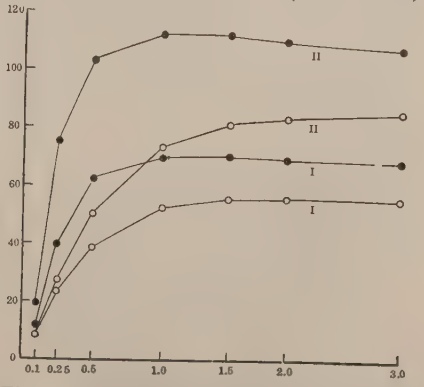



Fig. 9 *Meretrix meretrix lusoria* (GMELIN)

**Figs. 4~9.** Relation between concentration of meat extratives and protein wave height. Ordinary——ware height (mm); abscissa——relative concentration of meat extractives (m*l*. of water extractives of meat added to ammoniacal cobaltic solution)

I, first wave; II, second wave; —●—, ammoniacal cobaltic solution containing trivalent cobalt; —○—, the soln. containing divalent cobalt.

上記試料について生肉 10g を磨砕し水を加えて 100cc とし振盪後 30 分放置して沪過，沪液 2.0cc に基底液の $CoCl_2$ 緩衝液または luteo 塩緩衝液 20cc を加え −0.8V より 0.100μA/mm の感度でポーラログラムを求めた。卵白，牛乳，コイ血液，冷凍鯨肉ドリップ等の液体試料は 50 倍水稀釈液を用いた。CoCl 緩衝液を用いた場合のポーラログラムの比較は Fig. 1 (A) 及び (B)，luteo 塩緩衝液の場合は Fig. 2 の如くである。

$CoCl_2$ 緩衝液を用いた場合，カツオ，マグロ，サバ，サンマのような魚肉では1段の蛋白波を，キス，ヒラメのような白身の魚肉，ヤリイカ，ハマグリのような軟体動物，コウライエビ，ガザミのような甲殻類及び4種の液体試料では2段の蛋白波を示す。スルメイカの場合は例外で1段の蛋白波を示した。コイは不明瞭な2段波で，1段波を示すものと2段波を示すものの中間にあるように思われる。luteo 塩緩衝液を用いた場合はいづれの試料も2段波を示し，$CoCl_2$ 緩衝液に於けるように種類による波形の相異は認められなかつた。一般に $CoCl_2$ 緩衝液中では蛋白質は2段波，シスチン，システィンのような SS または SH 基をもつ低分子物質は1段波を示し，luteo 塩緩衝液中では後者は接触波の生因とならず，蛋白質のみ2段の蛋白波を示すことが知られている。従つてこの実験でいづれの試料も luteo 塩緩衝液中で2段波を示すことから蛋白波の生因は蛋白質によることがわかり，$CoCl_2$ 緩衝液中でも水産動物肉抽出液中の蛋白質は2段の蛋白波を示すべきところが共存の物質の干渉によつて表現型としては1段波となつたものと推定される。そこで $CoCl_2$ 緩衝液中に於けるキス，マグロの抽出液及びその両者を加えた場合のポーラログラムを求めた結果は Fig. 3 の如く，マグロの抽出液を加えることによつてキス抽出液の2段の蛋白波が1段波に変化する。またマグロのアルコール抽出液についても同様の結果であつた。このことからマグロの抽出液中には蛋白波の2段波に干渉して1段波に変化させるような物質を含むことがわかり，この干渉物質の量差が水産動物の種類によるポーラログラフ波形の差異を惹起していることが明らかとなつた。

白身の魚肉が2段の蛋白波を示し，赤身の魚肉が1段波を示す原因が赤色色素によるという観察も出来るが，参考に求めたコイ血液，冷凍鯨肉ドリップのような赤色試料が2段の蛋白波を示すので，魚肉の種類による蛋白波形の差異は赤色色素によるのではなく，共存のエキス分の蛋白波に対する干渉と考える方が妥当であると思う。

蛋白濃度と波高の関係を求め，個々の水産動物肉水抽出液のポーラログラフ的性質を調べた結果の一部は Figs. 4～9 の如くである。いづれの場合も蛋白濃度の低いところでは蛋白波高は急激に増加し，蛋白濃度が高くなると波高の増加は少くなり遂には殆んど一定となる。この現象は筋肉の蛋白質[3]及びシスチン[4]の場合と同様である。蛋白濃度と波高は比例的関係にないので，蛋白波高によつて蛋白濃度を求めることは難しい。2段の蛋白波を示す場合，この実験内では第Ⅱ波高は常に第Ⅰ波高より高く現れ，蛋白濃度の低い場合に波高が第Ⅰ波＞第Ⅱ波のものが，蛋白濃度が高くなると第Ⅰ波＜第Ⅱ波となる所謂交叉効果は認められなかつた。

波高の定量的観察は水産動物の種類によつて抽出率が一定ではないと思われるので確かなことはいえないが，$CoCl_2$ 緩衝液中で2段の蛋白波を示すような種類，白身魚肉，軟体動物，甲殻類に高く，赤身魚肉のように1段の蛋白波を示すものに低く現れる傾向が観察される。また緩衝液による蛋白波高を比較すると，luteo 塩緩衝液中で高く，$CoCl_2$ 緩衝液中では低いことが明らかにされる。

ここでは水産動物の種類差を蛋白波の特異性によつて充分に現わすことは出来なかつたが，波形を異にする2つのグループに分けることが出来，ポーラログラフ蛋白波による水産動物種類差に関する研究の緒を見出した。

## 摘　　要

1. 水産動物肉 15 種の水抽出液について $CoCl_2$ 緩衝液及び luteo 塩緩衝液中でのポーラログラフ蛋白波を求め比較考察した。

2. 例外もあるように思われるが $CoCl_2$ 緩衝液中でカツオ，マグロ，サンマ，サバのような魚肉では1

段の蛋白波を，キス，カレイ等の白身の魚肉，ヤリイカ，アサリのような軟体動物，コウライエビ，ガザミのような甲殻類では2段波と種類によつて異る蛋白波を見出し，その原因は前者魚肉エキス分に含まれる物質の干渉によると推定した。

3. luteo 塩緩衝液中では 15 種のいづれも2段波を示し種類による波形の差異は得られない。

4. 各試料に於ける蛋白濃度と蛋白波高の関係は，純粋の蛋白の場合と同様，低濃度の場合濃度と波高は比例的にあり高濃度で一定波高値を示すようになる。また2段波を示す場合，蛋白波高は第Ⅰ波＜第Ⅱ波であつた。

5. 蛋白波高はいづれの場合も luteo 塩緩衝液中に高く，$CoCl_2$ 緩衝液中では前者に比して低く現れ，白身魚肉，軟体動物，甲殻類に高く，赤身の魚肉では前者に比して低く現れる傾向を認めた。

終りに本研究を行うに当り御懇篤な御指導を賜つた京都大学教授館勇博士に深甚の謝意を表す。本研究の一部は文部省科学研究費によつた。附記して謝意を表す。

## 文　　献

1) 菊池武昭・平野敏行・岡田郁之助: 日水誌, **23**, 7 & 8, 467～470 (1957).
2) 菊池武昭・平野敏行・大貫晃・岡田郁之助: 日水誌, **24**, 687, 551～554 (1958).
3) Tropp C., Jühling L. und Geiger F.: *Z. physiol. Chem.* **262**, 225～242 (1939).
4) Brdicka R.: *Collection*, **5**, 148～164 (1933).

# ニジマス卵成熟中の一般成分の変化

須山三千三
(東京水産大学)

# Changes in Chemical Compositions during the Maturation of Rainbow Trout Eggs

Michizo Suyama

As an approach to the biochemical changes occurring in the maturation of fish-eggs, some chemical properties and pH value of rainbow trout eggs were determined at intervals of a month from August to December, i. e., from unmatured stage to matured. The maturity grades of the eggs were estimated by egg-diameter and weight per cent. per total body. These figures and analytical results obtained are shown in Tables 1 and 2, and summarized as follows:

1) Water and non-protein nitrogen contents tended to decrease, while protein nitrogen and ash contents to increase during the maturation.

2) The amount of ether-extractives decreased, to the contrary, the quantities of lipides (alcohol-chloroform-extractives minus ether-extractives) and phosphorus and nitrogen increased.

3) It is interesting that pH values decrease gradually on the acid side, from 6.13 to 5.90, then, turned back to neutral as the maturation advanced and finally grew up to 6.55.

魚類の卵巣内に於ける卵の成熟は極めて顕著な生理的変化であり，産卵期を頂点として卵は著しく膨大する。従つてその給源である母体筋肉は産卵期になると各種の成分が消耗することが観察されている。従来より数多く行われている魚体成分の季節的変化に関する諸研究が産卵期前後の変化に主眼をおいているのも，この時期に激しい成分の消長があるとみられるからである。

然し魚類卵巣の成熟に関する生化学的研究は少く，Milroy[1] はニシン卵の成熟について，Greene[2]，Davidson 等[3]はサケ類の産卵回游期に於ける変化についてそれぞれ報告しており，最近では Seagran 等[4]が5種のサケ・マス類について卵の成熟中における必須アミノ酸の変化を，又宵谷等[5]がマコガレイ卵巣卵の化学成分の変化をそれぞれ研究しているのが注目される程度である。著者はニジマスを試料とし，卵巣卵の成熟過程における卵成分並びに筋肉成分の変化について比較研究することを企図したが，ただし魚類生化学上興味あるばかりでなく，この問題は親魚の健康保持，優良種苗の採取等を目標とする水産増殖の基礎的課題の一つであるからである。

ここに報告するのはそのうちの卵成分の研究結果である。これに対比すべき筋肉成分の変化については追つて報告する予定である。

## 実　　験

**試　料**　東京水産大学大泉実験場に於て同一養魚池でサナギ，イサザ及びふすまを主要飼料として飼育した健康なニジマス *Salmo irideus* G. を試料とした。採集は卵巣卵の発育が良く且つ不十分な8月より採卵期の 12 月に至るまで毎月行い，体重を測定した後腹腔を切開し，卵巣をとり出し，沪紙でかるく体腔液を拭い去つた後ポリエチレン袋に入れ，ドライアイスで凍結し，実験室にもち帰つた。

**成熟度の表示**　ニジマス卵巣卵の成熟度は各個体毎に行つた体重に対する卵巣重量の比（%）即ち卵巣

1958 年 8 月 7 日受理

及び検鱗器（×50）を用いて測定した卵の短径及び長径の平均値（mm）を以て表示した。

**実験法**　凍結した試料は水分の移動を防止するためポリエチレン袋内で解凍した後乳鉢内でよく混合し分析に供した。各種の成分の分析法はニジマス孵化中の変化を研究した前報[6]と同じであるが，但しエキス窒素測定のためのエキスの調製は 4% 三塩素醋酸による除蛋白法によつた。

## 結果並びに考察

8月より 12 月まで毎月採取したニジマス卵巣卵の成熟度及び一般成分の分析結果を第1表及び第2表に掲示した。

**Table 1.** Changes in egg dimensions, moisture content and pH value during the maturation of rainbow trout eggs.

| Sample No. | Date | Weight of body* g. | Weight of ovary* g. | Wt. of ovary per wt. of body % | Egg diameter mm. | Moiture % | pH value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 | 8–18 | 2285 | 33.7 | 1.47 | 2.23 | 68.42 | 6.13 |
| 59 | 9–17 | 2632 | 64.5 | 2.45 | 2.66 | 63.69 | 6.00 |
| 61 | 10–17 | 2776 | 158 | 5.69 | 3.55 | 59.97 | 5.97 |
| 63 | 11–17 | 2263 | 205 | 9.06 | 4.17 | 58.51 | 5.90 |
| 66 | 12–16 | 2364 | 407 | 17.2 | 5.16 | 59.01 | 6.55 |

* Figures are expressed as the sum of three samples of fish.

**Table 2.** Changes in some chemical compositions of the eggs during the maturation of rainbow trout.

| Sample No. | Total nitrogen mg·% | Non-protein nitrogen mg·% | Protein nitrogen mg·% | Ether extractives % | Alcohol-chloroform extractives (Crude lipides) % | Lipide-phosphorus per sample mg·% | Lipide-phosphorus per lipides mg·% | Lipide-nitrogen per sample mg·% | Lipide-nitrogen per lipides mg·% | Ash % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 | 3232 | 259 | 2885 | 10.1 | 12.6 | 90 | 716 | 88 | 697 | 1.22 |
| 59 | 3653 | 213 | 3352 | 10.1 | 13.4 | 118 | 878 | 88 | 659 | 1.34 |
| 61 | 4306 | 200 | 4014 | 8.8 | 12.3 | 151 | 1220 | 92 | 747 | 1.44 |
| 63 | 4505 | 165 | 4243 | 7.1 | 12.3 | 159 | 1300 | 97 | 794 | 1.51 |
| 66 | 4785 | 172 | 4514 | 6.4 | 10.7 | 168 | 1580 | 99 | 930 | 1.65 |

成熟度のうち体重に対する卵巣重量の比は8月（No. 57）に於て 1.47% であつたものが，その後急速に増大し，卵が十分に成熟して体腔内に分散し人工受精も可能となつた 12 月（No. 66）に於ては全体重の 17% 強を占めるに至つている。この増加の模様はほぼ指数曲線的であるが，一方成熟度を示す卵径の増加は殆んど直線的である。No. 66 の試料卵は吸水して受精膜を形成する能力を有しており，淡水に浸漬すればその直径は 5.6 mm に及ぶもので，凡そ中等程度の大いさの卵ということが出来る。以上のように，これら5段階の試料は未熟卵より完熟卵まで成熟度が階段的に上昇しており，以後の研究に適したものであると考えられる。

各種成分量の消長については表に示されている通りである。はじめに水分が次第に減少してゆくのが示されている。この水分の減少が主として蛋白質の増加に基づいていることは次の蛋白態窒素（全窒素よりエキス窒素及びリピド窒素を減じたもの）の増加より明白である。エキス窒素は成熟中に減少しているが，蛋白態窒素の増加と共にこれらの変化は卵の発生中に見られた変化[6]と丁度逆の関係にある。

脂質は成熟中に減少する。唯，粗リピド中には定量法の関係で中性脂肪も含まれているから，従つて粗リピド量とエーテル抽出物量との差を蛋白に結合しているリピド量と見積るならば，この値は増加しているようである。リピド中の窒素及び燐の量は共に増加している。仮りにリピドをすべてレシチンと考えるならば分子量約 790[7] 中に窒素及び燐がそれぞれ 1 個宛あるから，窒素は約 1.8%，燐は約 4% を占めることとなり，上表の結果はリピドが成熟中に次第にレシチン様物質に近づいてゆくことを示すものと解釈出来る。

灰分は成熟中に次第に増加してゆく。一方，pH は 6.13 (No. 57) より漸次酸性側に傾くが，No. 66 の試料では急激にアルカリ方向にもどつて pH 6.55 となつているのが注目される。成熟卵が 6.55 近辺の値をもつことは他の多くの試料でも観察されているが[8]，未成熟の段階におけるニジマス卵の測定値については他に実験例がない。

No. 57 から 63 までの各段階の卵と No. 66 の卵との大きな違いは，前者はいづれも卵巣膜につつまれているのに対し，後者はこれらが全く消失し，すべての卵が体腔液中に分散している点である。体腔液は pH 約 8 のアルカリ性液であることを前に報告したが[8]，前記のような pH 値の変動の原因の一つはここにあるかも知れない。すなわち卵が成熟するにつれて濾胞内で高い pH 値をもつ体腔液（又はその前駆物質）が急速に生成し卵がこれと接触するため，或いは成熟期に lamella が破れて卵が体腔液中に分散するため薄弱な卵膜を通してアルカリ性成分が卵中に浸入するのではなかろうかと推察される。少くもこの数値はアルカリ性体腔液が卵表面に附着したための実験誤差ではないようである。その理由としてこれを流水中に長時間浸漬しても pH 値が一向に変らない[6]ことを挙げることが出来る。一方，SPEK[9]は卵の成熟期に卵表層にアルカリ性物質が形成されることを述べているが，これもその原因の一つとして考慮したい。

本研究に用いた試料魚は概略 2000～2600 個，平均 2500 個の卵を有していた。従つてこの数値と卵巣重量とから第 1 表及び第 2 表の分析値より卵 1 ケ当りの概略の成分量が算出される。例えば卵数を 2500 とすれば卵 1 ケ当りの全窒素は No. 57 では 0.14 mg，No. 66 では 2.6 mg となり，約 4 ケ月の間に全窒素は約 20 倍に増加していることがわかる。同様な算法でゆくと，エキス成分にしろ脂質にしろ絶対量は極めて急激に増加していることが明らかである。これらの変化を前報[6]に於て述べたところの発生中の変化と比較すると，各成分の増減の傾向は大略相反しているのであるが，要するに孵化より摂餌までに必要な成分は成熟過程に於て予め濃厚に蓄積されるという一般的概念を，数値を以て示すことが出来るわけである。

卵に蓄積する以上の各成分は筋肉より送られてくるものであるが，同時に行つた筋肉試料の分析結果では卵の成熟に伴つて筋肉は水分が増加し全窒素，脂質，灰分等が減少していることが判明している[10]。これの詳細に関しては後に論及したい。

## 摘　要

卵巣の成熟に伴う生化学的変化の一端を知る目的で，卵の成熟度が未だ全く低い 8 月より充分に成熟した 12 月に至るまで毎月 1 回宛採集したニジマスの卵を試料として数種の成分を分析した結果，次の諸点が明らかにされた。

1) 卵の成熟に伴い水分及びエキス窒素は減少し，蛋白態窒素及び灰分は増加する。

2) エーテル抽出物はやや減少するが，リピドは増加し，且つその燐及び窒素含量が増加する。

3) pH は 6.13 より次第に酸性側に移行するが，成熟卵ではアルカリ方向にもどり pH 6.55 を保有する。

4) これら成分の量的変化について二三の考察を加えたが，成熟過程は孵化過程に必要な成分を予め充分に蓄積する過程であることを論じた。

本研究を行うに当り终始御懇篤なる御指導を賜わつた高橋次郎先生，並びに試料蒐集に当って御助力をいただいた稲葉伝三郎先生に深く感謝する。

## 文　　献


1) T. H. MILROY: Biochem. J., **3**, 366 (1908).
2) C. H. GREENE: Physiol. Rev., **6**, 201 (1926).
3) F. A. DAVIDSON and O. E. SHOSTROM: U. S. Dept. Com. Bur. Fish. Invest. Rept., No. 33, 25 (1936).
4) H. L. SEAGRAN, D. E. MOREY and J. A. DASSOW: J. Nutrition, **53**, 139 (1954).
5) 狩谷貞二・白旗総一郎: 本誌, **21**, 476 (1955).
6) 須山三千三・荻野珍吉: 本誌, **23**, 785 (1958).
7) The Merck Index, 6 Ed., Merck and Co., INC. 1952, pp. 570.
8) 稲葉伝三郎・野村　稔・須山三千三: 本誌, **23**, 762 (1958).
9) J. SPEK: Die bipolare Differenzierung des Protoplasmas des Teleosteer-Eies und ihre Entstehung, Protoplasma, 18, (1933).
10) 須山三千三: 未発表.

# ニジマス卵成熟中の蛋白構成アミノ酸の変化

須山三千三・金子光徳・小俣秀夫
(東京水産大学)

# Changes in Amino Acid Composition of Protein during the Maturation of Rainbow Trout Eggs

Michizo SUYAMA, Mitsunori KANEKO and Hideo OMATA

As reported in the previous paper[1], remarkable changes in the contents of ashes, lipides, especially in protein were observed in the course of maturation of rainbow trout eggs. The authors, then, studied the amino acid compositions of protein at different stages of maturity by chromatographic ion exchanger techniques[4]. The results obtained are shown in Table 1 and summarized as follows:

1) Quantities of alanine, cystine, leucine, lysine, phenylalanine, proline, and valine were found to increase with the maturation, while those of aspartic acid, glycine, histidine, and threonine tended to decrease.

2) Changes in the composition of amino acid are not so remarkable, whereas, amount of protein seems to increase during maturation, keeping almost same composition of amino acids.

3) Hydroxylysine was successfully separated using a 15 cm. column.

産卵期を過ぎた時期における魚類の卵巣は極めて小さく，あたかも細い紐のようであるが，再び産卵期になると卵巣は急速に膨大する。全魚体重量に対する卵巣重量の割合は魚種によつても異なるが，ニジマスでは 17% 以上に及ぶ。このような激しい生理的変化には同時に激しい生化学的変化を伴うことが予想されるが，著者等の一人はニジマスを試料として卵の成熟過程における化学成分の消長を研究し，これを前報[1]に報告した。

この一般分析の結果では脂質，灰分等の変化も注目されたが，エキス窒素の減少並びに蛋白態窒素の増加も大きく，殊に蛋白質は絶対量において最も顕著に増加するものであることを知ることが出来た。例えば卵が未熟である 8 月から完全に成熟する 12 月までの間に蛋白態窒素は 2885 mg·% より 4514 mg·% まで増加するものであり，卵 1 粒当りに換算するとこの間に約 20 倍量の変化が見積られるのである。

成熟過程におけるこのような成分量の変化は，次に来るべき受精並びに孵化過程に対する蓄積であると解釈されるが，蛋白質が蓄積される際のアミノ酸の配分については殆んど研究がなく，僅かに SEAGRAN 等[2]がサケ・マス類について行つた研究が挙げられるのみである。

著者等は前研究において使用した各成熟段階の卵より蛋白試料を調製してアミノ酸組成の変化を研究したが，その結果数種のアミノ酸組成に増加又は減少を認めることが出来た。然しながら概して大きな変化がなく，各アミノ酸は大略もとの蛋白のアミノ酸組成の割合で蓄積していくことを知ることが出来た。以下その概略を記載する。

## 実　　験

**試　料**　東京水産大学大泉実験場において飼育したニジマス *Salmo irideus* G. を用いた。採卵は 8 月より 12 月（孵卵期）まで毎月 1 回宛，親魚を開腹して行つたが，体重に対する卵巣重量の比は 1.47%

1958 年 8 月 7 日受理

より 17.2% に，又卵径は 2.23 mm より 5.16 mm にそれぞれ増大し，卵成熟中の蛋白構成アミノ酸の変化を研究する試料として好適のものと考えられる。これらの詳細は前報[1]に掲載した通りであり，又蛋白試料調製法及び加水分解条件等は，卵発生中の変化に関して行つた同種の実験[3]と同様である。

**アミノ酸分析法**　MOORE 等[4]の報告に従い，イオン交換樹脂カラム (Dowex 50-X 8) を通してフラクション・コレクターでアミノ酸を分取し，ニンヒドリン比色法[5]によつて定量した。

## 結果並びに考察

前報[1]に掲げた No. 57 (8月), 59 (9月), 61 (10月), 63 (11月) 及び No. 66 (12月) の5試料についてアミノ酸を定量した結果は第1表の通りである。

**Table 1.** Changes of composition of amino acid in the whole protein during the maturation of rainbow trout eggs (values given as % of protein, calculated to 16.0% N).

| Amino acid \ Sample No.* | 57 | 59 | 61 | 63 | 66 | Increase** | Decrease** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alanine | 8.19 | 8.26 | 8.28 | 8.43 | 8.42 | + | |
| Arginine | 5.50 | 5.51 | 5.65 | 5.74 | 5.65 | | |
| Aspartic acid | 10.00 | 9.80 | 9.74 | 9.81 | 9.60 | | + |
| Cystine | 0.77 | 0.75 | 0.76 | 0.84 | 0.95 | + | |
| Glutamic acid | 12.10 | 12.30 | 11.90 | 11.60 | 12.20 | | |
| Glycine | 4.10 | 3.74 | 3.40 | 3.19 | 2.71 | | ++ |
| Histidine | 3.12 | 2.76 | 2.80 | 2.58 | 2.70 | | ++ |
| Hydroxyproline | 0.70 | 0.76 | 0.79 | 0.68 | 0.72 | | |
| Hydroxylysine | 0.20 | 0.27 | 0.21 | 0.26 | 0.27 | | |
| Isoleucine | 4.70 | 4.74 | 4.70 | 5.02 | 4.65 | | |
| Leucine | 9.44 | 9.55 | 9.50 | 9.78 | 9.84 | + | |
| Lysine | 7.22 | 7.33 | 7.36 | 7.49 | 7.63 | + | |
| Methionine | 2.86 | 2.78 | 2.87 | 2.99 | 2.72 | | |
| Phenylalanine | 5.33 | 5.46 | 5.45 | 5.17 | 5.95 | + | |
| Proline | 5.65 | 5.56 | 5.50 | 6.94 | 6.71 | + | |
| Serine | 6.22 | 5.92 | 6.03 | 6.17 | 6.27 | | |
| Threonine | 5.57 | 5.05 | 5.09 | 5.07 | 5.00 | | + |
| Tryptophan | 1.26 | 0.89 | 0.72 | 0.90 | 1.02 | | |
| Tyrosine | 4.50 | 4.74 | 4.37 | 4.60 | 4.83 | | |
| Valine | 5.81 | 6.12 | 6.30 | 6.54 | 6.51 | + | |
| Amide-N | 1.21 | 1.33 | 1.44 | 1.47 | 1.67 | + | |
| Humin-N | 0.16 | 0.14 | 0·23 | 0.21 | 0.24 | | |
| Total | 103.24 | 102.29 | 101.42 | 105.58 | 104.35 | | |
| Per cent N accounted for | 96.5 | 95.9 | 96.7 | 98.4 | 97.7 | | |

* Samples used were identical with those of previous report[1].
** + or ++ shows that the change is slight or remarkable.

卵成熟中の蛋白構成アミノ酸の変化の概要は，第1表の右端に増加或いは減少の符号を以て示したように多くのアミノ酸に量的変化が見られる。すなわち，alanine, cystine, leucine, lysine, phenylalanine, proline, valine 等は増加し，aspartic acid, glycine, histidine, threonine 等は減少する。そのうちで glycine 及び histidine の減少は比較的顕著である。然しながら全般的にみて glycine 及び histidine 以外は卵成熟中のアミノ酸組成の変化は極めて少ないということが出来そうである。従つてニジマスの卵蛋白は成熟中に特殊なアミノ酸が優先して蓄積するようなことはなく，ほぼ大差のないアミノ酸組成でつくられていくものと思われる。

SEAGRAN 等[2]は太平洋産のサケ・マス類について卵の成熟中における 10 種の必須アミノ酸の量的変化を微生物法で定量しているが，その結果では histidine, isoleucine, leucine, lysine 等がほぼ増加の傾向を示ることを示している。これと前記養殖ニジマスの結果とを比較すると，ニジマスでは histidine が逆に減少している点が最も相違しており，その他強いていえばサケ・マス類では valine, phenylalanine 等は一定であるのに対し，ニジマスでは増加が見られる点が異つている。

hydroxylysine が新たに認められたことは興味深い。このアミノ酸のイオン交換樹脂を通した流出位置は histidine のそれに近接しており，著者等の実験条件では histidine のすぐ前に小さい山として現われる。前回，発生中の変化を研究した際にもこれが認められ，一応 peak A として示しておいたものである。

DAMODARAN 等[6]によるエラストイチンのアミノ酸組成の研究においては hydroxylysine と histidine が重なつて流出しており，PIEZ 法[7]によつてこれを分離しうることが述べられている。著者等は hydroxylysine を含むゲラチンを加水分解し，SHEEHAN 等[8]の方法によつて lysine 並びに hydroxylysine 区をとり分け，これについて 15cm カラムによるアミノ酸の定性を施行したところ，peak A とほぼ等しい位置に hydroxylysine が流出することを認めた。DAMODARAN 等[6]の結果と異つて hydroxylysine と histidine が分離して流出したことについては樹脂の粒度の差（著者等の場合は 200～400 メッシュ及び 400 メッシュ以上の等量混合，Dowex 50-X 8 であるのに対し，DAMODARAN 等の場合は 200～400 メッシュ，Dowex 50-X 12 である）と，緩衝液 pH 値の僅少な差（著者等の場合は緩衝液の pH 値が PIEZ 法[7]に近い）が原因と思われるが，然しニジマス卵蛋白中の含有量は極めて低い。

卵成熟中の蛋白のアミノ酸組成は前述のように僅少ながら変化するが，これに発生中の変化を加味すると卵の成熟から孵化過程にかけて alanine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, leucine, serine, valine 等が比較的変動しやすいアミノ酸であることがわかるが，これらのアミノ酸については筋肉蛋白の分析や抽出エキスの分析結果をまつてその動向を一層明らかにしたいと考えている。

## 摘　　要

卵巣の成熟に伴う卵蛋白アミノ酸組所の変化を知る目的で，卵の成熟度が全く低い 8 月より充分に成熟した 12 月に至るまで毎月 1 回宛採集したニジマスの卵を試料とし，交換樹脂法によつてアミノ酸を定量した結果，次の諸点が明らかにされた。

1) 卵の成熟に伴い alanine, cystine, leucine, lysine, phenylalanine, proline, valine 等の含有量は増加し，aspartic acid, glycine, histidine, threonine 等の含有量は減少する。然しながら概してこれらの変化は顕著ではなく，ニジマスの卵蛋白は成熟中にほぼ均一なアミノ酸組成で形成されていくものと見られる。

2) ニジマス卵蛋白中に hydroxylysine が存在することを見出した。

本研究を行うに当り終始御懇篤なる御指導を賜わつた森高次郎先生，並びに試料採集に当つて御便宜を計いた稲葉伝三郎先生に深く感謝する。

## 文　　献

1) 須山三千三：本誌，**24**，276，(1958).
2) H. L. SEAGRAN, D. E. MOREY and J. A. DASSOW: J. Nutrition, **53**, 139 (1954).
3) 須山三千三：本誌，**23**，789 (1958).
4) S. MOORE and W. H. STEIN: J. Biol. Chem., **192**, 663 (1951).
5) 須山三千三・鴻巣章二：本誌，**23**，555 (1958).
6) M. DAMODARAN, C. SIVARAMAN and R. S. DHAVALIKAR: Biochem. J., **62**, 621 (1956).
7) K. A. PIEZ: J. Biol. Chem., **207**, 77 (1954).
8) J. S. SHEEHAN and W. A. BOLHOFER: J. Am. Chem. Soc., **72**, 2466 (1950).

# 蛋白と色素との結合に及ぼす尿素の影響

右田正男・大竹茂夫
(東海区水産研究所)

## Influence of Urea upon the Binding of Some Ionic Dyes to Proteins

Masao Migita and Shigeo Otake

By using equilibrium dialysis method, it was intended (i) to ascertain the findings obtained spectrophotometrically by Klotz et al. that urea not only inhibits the interaction between serum albumin and methyl orange (MO), but also splits the preformed combination between them, and (ii) to examine the influence of urea upon the binding of MO and methylene blue (MB) to fish "actomyosins".

*Equilibrium dialysis*

5 m*l*. of protein solution in inside cell was dialysed against 10 m*l*. of dye solution in outside cell through cellophane for 72 hr. at 4°C.* Control dialysis was set up in order to make correction for absorption of dye on membrane itself. Amount of bound dye was calculated from the difference between equilibrium concentrations of free dye in ouside cells of protein-containing and control dialysis systems.

*Results*

1. In 6 M urea, combination between serum albumin and MO did not take place (Table 2), and also the preformed combination was abolished (Table 4). Binding of MO to cellophane which was used as semipermeable membrane was also completely inhibited in 6 M urea but the binding once formed was hardly affected.

2. In 2 M urea, the binding of MO to albumin took place to some extent though an inhibitory effect of urea was marked. The extent of combination was the same whether albumin and MO were dialysed in 2 M urea solution, or albumin in 6 M urea was dialysed against 3 vol. of phosphate buffer containing MO (Table 2, and Fig. 1, Curve C).

3. 0.6 M malonic amide and 1M urea are equivalent in raising dielectric constant of water. The former, however, inhibited only slightly the binding of MO to albumin, but the latter noticeably. Thus the inhibitory effect of urea cannot be explained soley by increase in dielectric constant of the solution.

4. "Actomyosin" either from horse mackerel or squid combined with both MO and MB but albumins do not combine with MB. Under the conditions of the present experiments there seemed to exist the following orders with regard to the combining abilities of dye and of "actomyosin": MB > MO, and squid "actomyosin" > horse mackerel "actomyosin".

5. Carp "actomyosin" which was freed from urea by dialysis after it had been kept dissolved in 6 M urea for 24 hr., showed the same binding ability toward MO as native carp "actomyosin". Results 2 and 5 show that effect of urea upon the combination of protein and MO is reversible.

* For the apparatus, see this Bull. **22**, 260 (1956).

## 緒　　言

われわれは前報[1]において，魚介肉"アクトミオシン"(0.5 M KCl により抽出され，10 倍稀釈により沈澱される筋肉蛋白の区分) と有機色素の結合量の測定を行うことによつて，魚介肉蛋白質の変性現象を追求し

1958 年 8 月 13 日受理　東海区水産研究所業績B第 291 号

うることを明かにした。その際魚肉蛋白"アクトミオシン"とメチールオレンジ（以下 MO と略す）との結合は，尿素の 1M 又は 3M 溶液中では，燐酸塩緩衝液中における場合に比し著しく減少し，6M-尿素中では殆んど結合しないことを観察した。なお血清アルブミンと MO との結合に及ぼす尿素の影響について，KLOTZ 等[2]は，蛋白と尿素の混合液に色素を加えた場合と，蛋白と色素とを混合して 24 時間後尿素を加えた場合の吸光係数を比較して，尿素は単に蛋白と MO との結合を妨げるばかりでなく，色素が既に結合している場合でも，これを追出し，尿素自身もアルブミンと結合するといつている。ところで MO はイオン性のものであり，尿素は非イオン化合物であるから，MO と蛋白との間の競争的結合が尿素によつて認められるということは，色素と蛋白の結合機構及び蛋白の尿素変性機構に関連して興味のある事実と思われる。

そこでわれわれは魚介肉の構造蛋白についても同じようなことがいえるかどうかを知ろうとした。但しこの場合測定方法として KLOTZ 等[2]の用いた吸光曲線による方法は適当でない恐れがある。魚介肉の構造蛋白の場合は，魚種或いは蛋白濃度その他の条件によつて，蛋白—色素混合液における吸収が稀色素溶液の示す吸収よりも高くなることがあるからである*。よつて平衡透析法により，アルブミンについては KLOTZ 等の実験結果を追試すると共に，魚介肉の構造蛋白と色素との結合に対する尿素の影響をしらべた。この際色素としては MO の外メチレン青（以下 MB と略す）をも試みた。魚介肉蛋白は既に報告したように[1]アルブミンと異なり，負荷電をもつた MO ばかりでなく，正荷電をもつた MB とも結合するからである。なお尿素がアルブミンと MO との結合に及ぼす作用と，尿素が水の透電恒数を増す作用との間には関連があるかどうかについても実験を行つた。

## 実　験　法

### 試　料

（i） 血清アルブミン　シューリング製（結晶）をそのまま用いて種々の溶液を作つた。この分子量を 67,500 とみなした。

（ii） 魚介肉"アクトミオシン"　マアジ，スルメイカ，コイより常法と同様に抽出した。即ち魚肉を細切し，肉重量の 10 倍容量の氷冷塩溶液（0.5 M KCl + 0.03 M KHCO$_3$ pH 7.4）を加え，ブレンダーにかけ，遠心分離後上澄液を氷冷蒸溜水で 10 倍に稀釈し，再び分離，沈澱を燐酸塩緩衝液（0.36 M $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ + 0.06 M $KH_2PO_4$ pH 7.4）に溶解し，遠心分離して不溶解部分を除去して"アクトミオシン"溶液とした。試料魚のマアジ及びスルメイカは東京中央魚市場で手に入れたもので実験の前夜漁獲されたもの を用い，コイは活魚を用いた。

（iii） その他　MO は国産の特級品を再結晶し，MB はメルク製（化学用）をそのまま用いた。

マロン酸アミド $\left(CH_2<\begin{matrix}CONH_2\\CONH_2\end{matrix}\right)$ はマロン酸エチルエステルとアンモニア水を封管内で合成[3]して作つた (m. p. 168～170°C)。

### 結合量の測定法

前報に報告した透析内液（漏斗形ガラス管にセロファン膜をパラフィンと糸を用いてはりつけたもの）に 5 ml の試料をいれ，これを 10 ml の色素溶液をいれた透析外液（円筒形ガラス瓶）中に浸し，冰室中で 4°C に 2 昼夜静置して平衡に達せしめ，外液の色素濃度をベックマン DU 型分光光度計で測定した（測定波長は MO 465 mμ，MB 665 mμ）。これを $A$ M（モル）とする。一方透析内液に蛋白を含まず，他は同一条件のものを対照としてとり，平衡到達後の外液の色素濃度を $A_0$ M とすると，蛋白に結合した色素量は $(A_0-A)\times 15\times 10^{-3}$ gram M となる。蛋白溶液の濃度を $p$ M とすると，蛋白 1 gram M の結合する色素量は $(A_0-A)\times 15\times 10^{-3}/p\times 5\times 10^{-3}=(A_0-A)\times 3/p$ gram M である。但し"アクトミオシン"の場合はその窒素 1 mg 当りの結合量を示した。

---

* 昭和 31 年度水産学会春期大会講演

## 結果及び考察

### 実験 I　血清アルブミンと MO の結合に及ぼす尿素の影響

a.　燐酸塩緩衝液中における血清アルブミンと MO の結合

蛋白濃度 $3.94\times10^{-5}$ M, 色素濃度 $20.0\times10^{-6}$ M, pH 7.4 におけるアルブミンの色素結合量 $r$ (=Bound dye (M)/Protein (M)) を求め, Table 1 に示す結果を得た。この値は KLOTZ 等の得た遊離色素量—結合量 ($r$) の曲線 (Fig. 1* のA曲線) 上に大体のっている。

**Table 1.** Binding of methyl orange to serum albuminin phosphate buffer (pH 7.4)

| | | Exp. 1 | Exp. 2 |
|---|---|---|---|
| Concn. of albumin (M) | | $3.94\times10^{-5}$ | $3.94\times10^{-5}$ |
| Original concn. of dye (M) | | $20.0\times10^{-6}$ | $20.0\times10^{-6}$ |
| Equilibrium concn. of free dye (M) | Control ($A_0$) | $8.99\times10^{-6}$ | $9.13\times10^{-6}$ |
| | Sample ($A$) | $6.42\times10^{-6}$ | $6.71\times10^{-6}$ |
| Bound dye (gram M) $(A_0-A)\times15\times10^{-3}$ | | $38.6\times10^{-8}$ | $36.3\times10^{-8}$ |
| Bound dye (M)/Protein (M) | | 1.96 | 1.84 |
| Dye fixed by membrane (gram M) | | $65\times10^{-8}$ | $63\times10^{-8}$ |

**Table 2.** Binding of methyl orange to serum albumin in 6 M urea solution (pH 7.4)

| | | Ex. 1 | Exp. 2 |
|---|---|---|---|
| Concn. of albumin (M) | | $3.55\times10^{-5}$ | $3.55\times10^{-5}$ |
| Original concn. of dye (M) | | $5.00\times10^{-5}$ | $25.0\times10^{-6}$ |
| Equilibrium concn. of free dye (M) | Control ($A_0$) | $3.29\times10^{-5}$ | $16.97\times10^{-5}$ |
| | Sample ($A$) | $3.35\times10^{-5}$ | $16.85\times10^{-5}$ |
| Bound dye (gram M) $(A_0-A)\times15\times10^{-3}$ | | $-0.90\times10^{-8}$ | $1.8\times10^{-8}$ |
| Bound dye (M)/Protein (M) | | -0.05 | 0.10 |
| Dye fixed by membrane (gram M) | | $0.6\times10^{-8}$ | $-4.5\times10^{-8}$ |

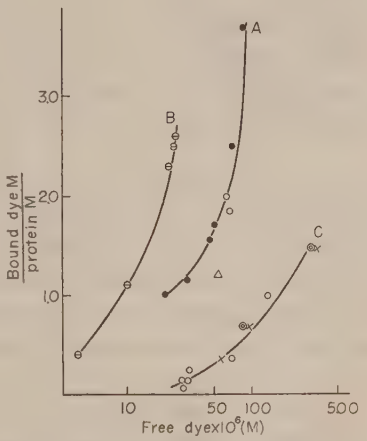



**Fig. 1.** Binding of methyl orange with serum albumin under various conditions.
Curve A. Combination in phosphate buffer solution.
● Values obtained by Klotz et al.
○ Values in Table 1.
Curve B. ⊖ In glycine solution.
△ In 0.6 M malonic amide solution.
Curve C. In the presence of 2 M urea.
○ In 2 M urea solution.
◎ In 2 M urea salution preceded by 6 M urea treatment.
× In 1 M urea salution.

セロファン膜に吸着された色素

対照実験において, 最初 10 m$l$ の緩衝液中にとけていた色素が平衡達成後は 15 m$l$ にうすめられるとして, 平衡達成後の色素濃度を計算すると $13.3\times10^{-5}$ M となるが, 実測値は約 $9\times10^{-5}$ M である。このひらきは膜に色素が吸着されたためと考えられ, その量は $64\times10^{-8}$ M (平均) となる。

b.　6 M 尿素溶液中におけるアルブミンと MO の結合

アルブミン及び MO を夫々 6 M の尿素に溶解し, 前者を透析内器に, 後者を外器中に入れ, 透析法によつてその結合量を求めた。結果は Table 2 に示すように, 色素は蛋白に結合されないものと考えられる。

* Fig. 1. は横軸に平衡達成後の遊離色素の濃度をとり, 縦軸にアルブミンモル当りの結合色素量 ($r$) を示したものである。

**Table 3.** Binding of methyl orange to serum albumin in 2 M urea solution (pH 7.4)

| | Control | Sample |
|---|---|---|
| Concn. of albumin (M) | | $4.10\times10^{-5}$ |
| Original concn. of MO (M) | $20.0\times10^{-5}$ | $20.0\times10^{-5}$ |
| Equilibrium concn. of free dye (M) | $13.4\times10^{-5}$ | $12.2\times10^{-5}$ |
| Bound dye (gram M) $(A_0-A)\times15\times10^{-3}$ | $18.0\times10^{-8}$ | |
| Bound dye (M)/ Protein (M) | 0.90 | |
| Dye fixed by membrane (gram M) | $-0.1\times10^{-8}$ | |

この場合はセロファン膜に対する色素の結合もまた認められない。

c. 2 M 尿素溶液中におけるアルブミンと MO との結合

内液にアルブミンの 2 M 尿素溶液，外液に MO の 2 M 尿素溶液をいれて透析平衡させた。その結果の一例を Table 3 に示し，またこのほかにくりかえし行つた実験結果を図示すると Fig. 1 のC曲線のようになる。

即ち 2 M の尿素溶液中では，MO とアルブミンの結合はおこる。但し結合量は燐酸塩溶液中における 1/2 たらずである。セロファンに対する色素の結合はなお認められない。

なおアルブミンと MO とを 6 M 尿素中で透析平衡させた後，その透析内器（液量 5 ml）を MO の燐酸塩溶液（10 ml）中にうつし，再び透析平衡させて尿素の濃度を 2 M とした場合の MO の結合量（Fig. 1 の◎印）を求めたが，よく Fig. 1 のC曲線上にのつている。即ち尿素の影響は可逆的であることがうかがえる。

d. アルブミン—MO 結合系に対する尿素（6 M）の影響

6 M 尿素溶液中ではアルブミンと MO は結合しえないことは実験 I. b に明かであるが，既に出来あがつたアルブミンと MO との結合はどうなるかをみるために次のような実験を行つた。

I a と同様にして燐酸塩緩衝液中でアルブミンと MO を結合させると，透析内器で $36.9\times10^{-8}$ M の色素が蛋白と結合する（Table 4）。この透析内器をとり出し，外面に附着している色素溶液を沪紙でよくふきと

**Table 4.** Influence of urea (6 M) on the preformed combination between albumin and methyl orange

After serum albumin and MO were subjected to equilibrium dialysis against phosphate buffer, the inside cell with albumin solution was taken out from the outside cell and put into another containing MO dissolved in 9 M urea. The new system was again brougt to equilibrium by dialysis. Concentration of urea would become 6 M at equilibrium. Values in this table inform that $32.4\times10^{-8}$ M out $36.9\times10^{-8}$ M of MO which had been bound to alubnmin in phosphate buffer was set free in 6 M urea.

| | In phosphate buffer (System I) | | In 6 M urea soln. (System II) | |
|---|---|---|---|---|
| | Control ($A_0$) | Sample ($A$) | Control ($A_0$) | Sample ($A$) |
| Original concn. of MO in outside cell (M) | $19.91\times10^{-5}$ | $19.91\times10^{-5}$ | $19.78\times10^{-5}$ | $19.78\times10^{-5}$ |
| Concn. of albumin (M) | | $3.68\times10^{-5}$ | | $3.68\times10^{-5}$ |
| Equilibrium concn. of free dye (M) | $9.16\times10^{-5}$ | $6.70\times10^{-5}$ | $16.56\times10^{-5}$ | $18.72\times10^{-5}$ |
| Bound dye $(A_0-A)\times15\times10^{-3}$ (gram M) | $36.9\times10^{-8}$ | | $-32.4\times10^{-8}$ | |
| Bound dye (M)/protein (M) | 1.84 | | | |
| Dye fixed by membrane (gram M) | $61.8\times10^{-8}$ | | $57.0\times10^{-8}$* | |

* Total dye in System II = Dye brought from System I to II + Dye added into the outside cell of System II = $(61.8+9.16\times5)\times10^{-8}+197.8\times10^{-8}$ (M) = $305.4\times10^{-8}$ (M).
If the dye is existing entirely in free state, equil. conc. of it will be $20.36\times10^{-5}$ (M).
Dye fixed by membrane = $(20.36-16.56)\times15\times10^{-8}=57.0\times10^{-8}$ (M).

り，別に用意した MO の 9M 尿素溶液（色素濃度 $= 19.78\times10^{-5}$ M）10 m$l$ を入れた外器中に浸す。しかる後に平衡に達せしめると 10 m$l$ の 9M 尿素溶液は 15 m$l$ にうすまるため，尿素の濃度は全体として 6M となる。

外液を単なる 9M の尿素溶液とせず，特に MO を加えたのは，外液に MO がなければ尿素の作用をまたず，燐酸塩緩衝液中でも蛋白や膜から色素が落ちるからである。

なお対照として蛋白を含まぬ系について全く同様な操作を行う。

ここに注意すべきは，燐酸塩緩衝液中で蛋白と色素とを透析平衡させた系を系Ⅰ，その透析内器を色素の尿素溶液を含む外器中に浸した系を系Ⅱとすると，系Ⅱの対照とした系と，蛋白を含む系とで全色素量及び透析はじめの遊離色素量が同じでない*。即ち蛋白系の方が $2.46\times10^{-7}$ gram M だけ全色素量は多く，透析はじめの遊離色素の量は逆に $1.23\times10^{-7}$ gram M** だけ少いことである。従つて対照とした系は厳密な意味では対照といえないかも知れないが，系Ⅱの全色素量は $30\times10^{-7}$ gram M の桁であるから，全色素量にみられる約 10 % の差は平衡後の系Ⅱの色素の配分に著しい影響はないとみてさしつかえない。従つて事実上対照とみて計算を行つた。

以上の実験から Table 4 に示すように，透析後の尿素濃度が 6M になつた時の遊離色素の濃度は蛋白を含む系の方が対照におけるよりも $2.16\times10^{-5}$ M だけ大きくなつている。しかるに透析前には対照系の方が遊離色素の濃度は大きかつた。従つてこの実験結果は蛋白系中の蛋白又はセロファン膜と結合した色素が脱落して溶液中に入つたことを示す。しかるにこの実験ではセロファン膜と結合している色素が尿素の存在によつてうける影響は，蛋白系においても対照系においても同じとみているから，$2.16\times10^{-5}$ M なる遊離色素の濃度の差は蛋白についていた色素の脱落によつて生じたものである。その量は $3.24\times10^{-7}$ gram M である。しかるに系Ⅰで蛋白についていた色素は $3.69\times10^{-7}$ M であるから，6M の尿素中では予めアルブミンと結合していた色素が事実上全く離れてしまうといえる。

なおセロファン膜に結合した色素を計算すると，燐酸塩溶液中 $6.18\times10^{-7}$ gram M，6M 尿素中 $5.70\times10^{-7}$ gram M となり (Table 4)，セロファン膜に一度結合した色素は 6M 尿素中に入れても殆んど脱落しないことがわかる。この事実は色素を初めから 6M 尿素溶液中で透析すると色素は全くセロファンと結合しないことを示した実験Ⅰb の結果と比べると興味深い。即ち一度出来てしまうと，セロファンと MO との結合は 6M 尿素に対して安全であるが，結合の形成は 6M 尿素によつて妨げられる。

**実験 II　グリシン及びマロン酸アミド溶液中におけるアルブミンと MO との結合**

尿素水溶液は水に比較してその透電恒数が大きく，尿素 1 モルにつき水の透電恒数を 2.7 増大せしめる。ある系の透電恒数が増大すると，その系の中における静電気的引力は弱められる。一方アルブミンと MO との結合はイオン性のものが主体と考えられているので[4]，尿素が透電恒数を高めることも尿素がアルブミンと MO との結合を妨げることに関係ありそうに思える。但し 6M 尿素中で静電的引力は水溶液中の約 8 割余に落ちるにすぎない。従つてこれが決定的な効果を及ぼすとは考えられないが，効果の程度を知るために，グリシン（透電恒数増加 22.6/M）及びマロン酸アミド（透電増加 4.3/M）溶液中におけるアルブミンと MO の結合をしらべた。

a.　グリシンの影響

グリシンは水の透電恒数を著しく増大するものとして知られているが，KLOTZ[5] によると血清アルブミンの MO 結合量はグリシン溶液中で最も大きく，かつ燐酸塩緩衝液中におけるアルブミンの MO 結合量はグリシンを加えると増す。われわれは追試の意味で 0.7M のグリシン溶液中における MO とアルブミンとの結合量を MO のいろいろの濃度で測定し，KLOTZ 等と全く同様な結果を得た。即ち Fig. 1 の曲線Bに示

---

*　系Ⅰを系Ⅱに移した際，系Ⅰの外器中に残る色素量から計算。
蛋白系 $6.70\times10\times10^{-8}$ M，対照系 $9.16\times10\times10^{-8}$ M

**　系Ⅰの透析内器中の色素濃度から計算。
蛋白系 $6.70\times5\times10^{-8}=3.35\times10^{-7}$ M，対照系 $9.16\times5\times10^{-8}=4.58\times10^{-7}$ M

すように，0.7 M のグリシン水溶液は尿素の 6 M 溶液に相当する透電恒数を有するにかかわらず，MO はアルブミンに対し燐酸塩溶液中におけるよりもはるかに大きい結合力を示している。即ちグリシンの場合透電恒数が増加しても結合を弱める効果は現われなかつた。

b. マロン酸アミド $\left(CH_2<\begin{matrix}CONH_2\\CONH_2\end{matrix}\right)$ の影響

マロン酸アミドは 0.6 M 溶液を用いた。この透電恒数の増加は 2.6 で尿素 1M 溶液と同じである。MO の結合量は $r=1.09$（平衡色素濃度 $\fallingdotseq 54\times10^{-7}$ M）で，Fig. 1 の曲線 A（燐酸塩溶液中における結合量）の下方△で示す位置にあり，燐酸塩溶液中における結合量 $r\fallingdotseq1.7$ に比べ有意の減少を示している。一方これと同じ透電恒数増加を示す 1 M 尿素溶液中の結合量は甚だ少なく，Fig. 1 の×で示す位置にあり大体曲線 C（2 M 尿素溶液中における結合量）上にある。マロン酸アミドは溶解度が小さいので，これ以上の濃度で実験を行うことはできなかつた。

これらのことを総合するとマロン酸アミド溶液中におけるアルブミンの MO 結合量の減少には透電恒数増加の影響が与つていると思えないこともないが，尿素の場合には透電恒数増加の影響などは無視しうるような大きな原因が他にある。それは多分尿素の蛋白変性効果として知られている蛋白分子の形を著しくかえる作用であろう。またグリシンの場合には透電恒数の増加による結合量の減少を補つて余りあり，結合量を増加させるような因子の存在が予想される。この因子はグリシンが両性イオンであることではないかと思われるが，これについてはあらためて実験する予定である。

**実験 III　魚介肉“アクトミオシン”と MO 及び MB との結合に及ぼす尿素の影響**

a. 6 M 尿素溶液中における“アクトミオシン”と色素との結合

“アクトミオシン”についてはさきにイカ肉“アクトミオシン”と MO との結合が，1 M 及び 3 M 尿素溶液中では減少し，6 M 尿素溶液中では全く阻止されることをみた[1]。今回はマアジ及びスルメイカ肉より抽出した“アクトミオシン”を用い実験 I b と同様な方法で 6 M 尿素溶液中における MO 及び MB との結合をしらべた。

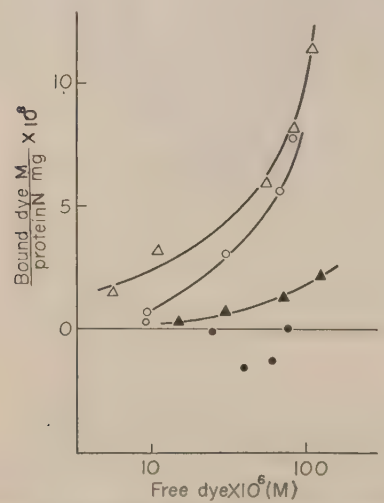



**Fig. 2.** Influence of 6 M urea upon binding of MO and of MB with horse mackerel “actomyosin”.
○ MO in phosphate buffer,
● MO in 6 M urea,
△ MB in phosphate buffer,
▲ MBin 6 M urea.

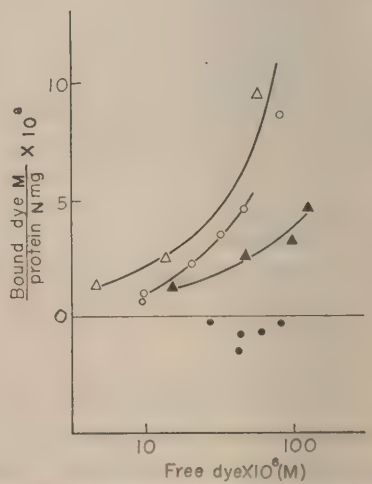



**Fig. 3.** Influence of 6 M urea upon binding of MO and MB with squid “actomyosin”.
○ MO in phosphate buffer,
● MO in 6 M urea,
△ MB in phosphate buffer,
▲ MB in 6 M urea.

Fig. 2 はアジ“アクトミオシン”の 6M 尿素溶液及び燐酸塩溶液中における MO 及び MB との結合を，色素の濃度をいろいろにかえて測定した結果を示したものである。Fig. 3 はイカ“アクトミオシン”についての結果である。

図に明かなようにいずれの場合も 6M の尿素溶液中では色素との結合は著しくおさえられ，殊に MO についてはアジでもイカでも全く結合が認められない。

MB の場合も尿素の存在で結合は抑えられるが，なお幾分結合することが明かに認められる。またその結合量は実験の範囲では，アジよりもイカの場合の方が大きいようである。

b. 尿素変性の可逆性

アクトミオシン* は尿素変性によつて分子の変形[6]及び分裂[7]がおこること，また尿素変性後尿素を透析して除くと，塩溶液に対する溶解性を失う[8]といわれる。

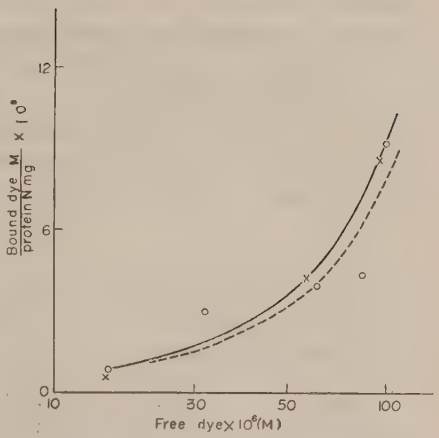



**Fig. 4.** Bindingof MO with carp “actomyosin” either native or recovered from urea solution.
○ Native × Recovered

しかし血清アルブミンと MO との結合に関しては尿素の作用は可逆的のように思える。即ち実験 I c にみるように，6M 尿素溶液にとかしたアルブミンを MO を含む燐酸塩溶液と透析平衡させ，尿素の濃度が 2M となるようにすると，最初から 2M の尿素溶液中で行つたものと同じ結合量を示す。

同様に“アクトミオシン”の MO との結合のさいにも，尿素の作用は可逆的であるか否かを次のようにしてしらべた。即ちコイの“アクトミオシン”を 6M 尿素溶液に溶解し，24 時間放置した後，多量の燐酸塩緩衝液に対して透析し，尿素を除去した後 MO との結合量を測定した。結果は Fig. 4 に示すように尿素との接触がこの程度の時間であるなら，尿素を透析除去した後の“アクトミオシン”は native のものと同程度の結合量を示している。即ち MO との結合に関する限り尿素の影響は可逆的であると考えられる。

## 摘　　要

尿素は血清アルブミンと MO との結合の生成を妨げるばかりでなく，既に出来あがつている結合をも切るという Klotz 等が血清アルブミンと MO を混合した際の吸収スペクトルの変化からえた事実を平衡透析法によつて追試確認すると共に，魚介肉“アクトミオシン”と MO 及び MB の結合に対する尿素の影響をしらべて次のような結果をえた。

1. 6M—尿素中では血清アルブミンと MO との結合はおこらない。また既成の結合も破られる。透析膜として用いたセロファンと MO の結合も 6M 尿素中ではおこらない。しかし既に出来上つている結合は 6M 尿素中に持ち来しても殆んど破れない。

2. 2M—尿素中ではアルブミンと MO との結合は著しく減るが，結合は明かに行われている。アルブミンの 6M 尿素溶液を燐酸塩緩衝液で透析し，尿素の濃度を 2M とした場合も，初めから 2M 尿素溶液を用いた場合も MO の結合量はちがわない。

3. 0.6M マロン酸アミドと 1M 尿素とは水の透電恒数の増加からみると同等の効果があるにかかわらず，マロン酸アミドはアルブミンと MO との結合を多少妨げるだけであるが，尿素は著しく妨げる。従つて尿素の妨害作用は透電恒数の増加だけで説明はできない。

4. アジ及びイカ“アクトミオシン”は 6M 尿素中では MO とも MB とも結合しない。

---

* 引用した文献にはミオシンと記載されているが，現在の命名法ではアクトミオシンとすべきものである。

2M 尿素中では結合量はへるが，結合は行われる。

この場合今回の実験条件のもとでは，MO よりも MB，またアジよりもイカ“アクトミオシン”の方が結合し易いようである。このようにして MB と結合するばかりでなく，この結合は MO の場合よりも尿素の影響を受けることの少いことは，魚介肉“アクトミオシン”が血清アルブミンと異なる特性の一つである。

5. コイ“アクトミオシン”の 6M 尿素溶液を 24 時間透析し，尿素を除いた後 MO との結合量をしらべると，尿素処理をしないものと同じである。2及び5の結果から蛋白と MO との結合に対する尿素の作用は可逆的である。

## 文　　献


1) 右田正男・大竹茂夫: 本誌, **22**, 266 (1956).
2) KLOTZ, I. M., TRIIWUCH, H. and WALKER, F. M.: *J. Am. Chem. Soc.* **70**, 2935 (1948).
3) BEILSTEIN: Handbuch d. Org. Chem. II. p. 582 (1920).
4) KLOTZ, I. M., WALKER, F. M., and PIVAN, R. B.: *J. Am. Chem. Soc.* **68**, 1486 (1946). TERESI, J. D.: *J. Am. Chem. Soc.* **72**, 3972 (1950).
5) KLOTZ, I. M. and URQUHART, J. M.: *J. Phys. & Colloid Chem.* **53**, 100 (1949).
6) MURALT, A. L. von and EDSALL, J. T.: *J. Biol. Chem.*, **89**, 375, 351 (1930).
7) WEBER, H. H.: Ergeb. physiol., **36**, 109 (1934).
8) GREENSTEIN, J. P. and EDSALL, J. T.: *J. Biol. Chem.* **133**, 397 (1940).

# マグロ青肉に関する研究—I.

## キワダ青肉及び正常肉のビタミンB群，無機質の含量

平尾秀一・村山繁雄・簗瀬正明
山田充阿弥・菊地　嶺・田部井菊子
(東海区水産研究所)

木坂健次・榎本吉宏
(日本輸出冷凍水産物検査協会)

# Study on the Green Meat of Tuna—I.

## Quantitative Differences of Vitamin B Group and Minerals between the Green and the Normal Meat of Precooked Tuna.

Shuichi Hirao, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase,
Juami Yamada, Ryo Kikuchi and Kikuko Tabei
(Tokai Resional Fisheries Research Laboratory)

Kenji Kisaka and Yoshihiro Enomoto
(Japan Export Frozen Marine Product Inspection Cooperation)

"Greening" is a term referred to a phenomenon which makes tuna meat discolor into a disagreeable greenish brown as is often met with the meat precooked for canning.

A few investigators, reporting the independency of this phenomenon on either of the method of catch and the degree of freshness, have assigned its origin before to some individual abnormality inherent to the fish in question. Any further information, however, has not been presented thereafter about the nature of the origin of "greening".

The authors, now, considering some anomaly in vitamin B group and minerals in muscular system for the cause of the greening, measured their quantities in both greened and normal samples of yellowfin tuna. From the results may be formed the following summary:

In comparison with normal meat, green meat is rich not only in moisture but in $B_{12}$ and poor in $B_6$. As for the contents of riboflavin, folic acid and pantotheic acid no striking contrast prevails between the two types of meat (Tables 1～2, Figs. 1～3).

Nevertheless, it may be worthy of note that, while for normal meat little positive relation can be found between the contents of riboflavin and folic acid, these two vitamins vary in amount in a distinct correlation with each other in greened meat (Table 3).

The amount of mineral constituents seems to be independent of the degree of greening, but it should be remarked that two samples of green meat showed an extraordinary low level of phosphorus content.

These findings will provide a clue to the resolution of biochemical causes of the greening.

## 緒　　言

青肉とはキワダ，メバチ，ビンチヨウ等の肉を缶詰加工する際，蒸煮肉が緑黄色或いは緑褐色を呈し*，著

1958 年 9 月 29 日受理　東海区水産研究所業績B第`299 号

* 第三報　本誌，pp. 679～681，原色図版 Fig. 1 参照

しく外観を損ずる現象をいう。正常肉と青肉とを判別することは蒸煮前には困難で，青肉は魚体を蒸煮し放冷した後に始めて発見されるため，現在米国向けに輸出されている冷凍マグロ（主にキワダ）の約5%が米国で蒸煮の際青肉となり，これが輸出マグロのクレームの大部分を占めている。

青肉の成因に関して恒田，天野ら[1]はビンチョウを材料として種々の角度から調査を行つた結果，青肉は漁獲方法や死後の取扱い方法の如何等による二次的原因で発生するものではなく，生活時において既に何等かの点で異常体質の個体があり，これが蒸煮によつて青肉となるものと推察しているが未だに具体的な結論には到達していない。

魚体を蒸煮する前に青肉の発現を予知することができれば，輸出に不適な原料は他に転用することも可能となるが，現在までの諸研究においてはまだ成功していない。尤も青肉の甚だしい個体はなまの肉色からその発現を予知することが或る程度可能で，業者間では多年の経験により肉眼による判定が行われている。しかしクレームの規格線すれすれにあるごとき軽度の青肉個体は発見が極めて困難である。高橋・山下[2]はなま肉の反射スペクトルの測定により青肉を予知する装置を考案したが，横山・木坂[3]はこれを追試して否定的な結果を報じている。

青肉個体が生活時において正常肉個体とは異つた生理を営んでいるものとすれば，両者の間にビタミン類及びミネラル等の量的な差異が観察されるはずである。著者等はこの方面から青肉発生の生化学的要因を調べ青肉の予知法にまで及ぼしたいと考えて本研究に着手した。

本報にはキワダの青肉個体及び正常個体につき，肉のビタミンB群及び無機質の含量を比較した結果をのべる。

## 試料及び実験方法

試料の採取及び蒸煮試験は 1958 年 6 月 6 日～7日，静岡県清水市の大同水産KK缶詰工場において行つた。

キワダ（体重 42～35 kg）30尾を選び試料番号を附した後，肉を4つ割とし尾部に近い部分（尾びれ基部より数えて離れ6番目から9番目）の正肉をほぼ 10×7×3cm 角の大きさに切取つて分析用試料とした。試料は分析までドライアイスと共にマホウ瓶に保存した。

次に各身割肉を蒸煮し，一夜放冷後釜から取出し，前回の試料採取部位に近い処を切断し，断面の色調から青色の発現度を観察記録した。

試料としたなま肉及び蒸煮肉の色は個体毎に相異するが，これを分光学的方法で記録することは困難であるので五感検査により等級を附した。即ちなま肉においては；キワダ特有の色沢を有するものを a，色沢がやや劣るものを b，b よりも褪色し黒ずんだ感のあるものを b′，明かに褪色し色沢のわるいものを c として記録した。この判定に当つた実験者は多年検査に従事しており，Table 1 に示すごとく或る程度蒸煮後の結果と一致している。

蒸煮後の肉色の判定は次のごとくにした。即ち；最も淡色にして色沢も良好で缶詰規格の fancy A に入るものを5点，最も緑色濃く明かに青肉と認められるものを1点として採点することに定め，実験者7名が各々独立に判定採点を行い，その平均値を以て品質の程度を示すこととした。

一般に軽度の青肉の判定は比較的困難であるが，本実験における各人の採点結果は互いにほぼ一致した傾向を示していた。

各試料肉につき水分，ビタミン $B_2$（ルミフラビン法），$B_6$ (Saccaromyces carlsbergensis)，葉酸 (Streptococcus faecalis)，パントテン酸 (Lactobacillus arabinosus)，$B_{12}$ (Euglena gracilis v. bacillaris) 及び Ca, P, Fe を測定した。（カッコ内は使用微生物名）

## 実験結果

各試料につき水分，$B_2$，$B_6$，$B_{12}$，葉酸，パントテン酸，及び Ca, P, Fe の量を測定した結果を Table 1

**Table 1.** Contents of vitamins and minerals in normal or off-colored meat of yellowfin tuna.

| Sample No. | Decision on raw meat* 生鮮時の判定 Color 色調 | Odor 臭 | Decision after cooking 蒸煮後の判定 | *Moisture 水分 | Color when dried at 100°C 3h. 乾燥した固形物の色調** | Vitamins in raw meat なま肉のビタミン含量 $B_2$ | $B_6$ | Pantothenic acid パントテン酸 | Folic acid 葉酸 | $B_{12}$ | Minerals in raw meat なま肉の無機質含量 Ca | P | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | | γ/g | γ/g | γ/g | mγ/g | mγ/g | mg% | mg% | mg% |
| 1 | A | A | 5.0 | 74.9 | 3.5 | 0.41 | 6.66 | 1.86 | 4.60 | 0.444 | 4.3 | 270 | 1.2 |
| 2 | A | A | 5.0 | 73.8 | 3.7 | 0.41 | 7.08 | 1.41 | 3.33 | 0.693 | 6.6 | 314 | 1.8 |
| 3 | C | A | 4.5 | — | 3.6 | 0.23 | 16.24 | 2.17 | 3.67 | 0.880 | 5.0 | 251 | 1.1 |
| 4 | A | B | 4.4 | 74.0 | 3.5 | 0.29 | 12.56 | 2.23 | 9.00 | 1.431 | 7.8 | 283 | 2.2 |
| 5 | A | B | 4.3 | 72.4 | 4.2 | 0.22 | 17.08 | 2.00 | 22.33 | 0.820 | 8.8 | 296 | 1.9 |
| 6 | A | B | 4.3 | 76.0 | 5.0 | 0.07 | 7.50 | 1.42 | 6.00 | 0.391 | 5.9 | 230 | 1.0 |
| 7 | A | C | 4.3 | 73.9 | 3.2 | 0.10 | 7.92 | 1.73 | 2.00 | 0.320 | 5.4 | 258 | 1.2 |
| 8 | A | B′ | 4.1 | 74.9 | 4.7 | 0.22 | 10.84 | 1.85 | 5.57 | 0.249 | 6.6 | 294 | 4.7 |
| 9 | A | B | 3.9 | 76.2 | 4.8 | 0.19 | 12.92 | 1.88 | 6.33 | 0.773 | 4.2 | 287 | 5.0 |
| 10 | A | B | 3.6 | 73.5 | 4.2 | 0.15 | 13.74 | 1.81 | 24.33 | 1.093 | 7.5 | 281 | 3.8 |
| 11 | C | B′ | 3.6 | 76.3 | 3.5 | 0.27 | 12.92 | 1.60 | 2.67 | 0.676 | 4.8 | 283 | 1.3 |
| 12 | B | A | 3.4 | 74.1 | 3.8 | 0.19 | 9.58 | 1.77 | 4.63 | 0.951 | 5.9 | 276 | 1.4 |
| 13 | B | B′ | 3.3 | 74.0 | 3.2 | 0.52 | 8.34 | 1.75 | — | 0.870 | 10.0 | 280 | 5.8 |
| 14 | A | A | 3.3 | 75.4 | 4.6 | 0.28 | 7.24 | 2.71 | 6.37 | 0.702 | 4.7 | 275 | 1.5 |
| 15 | C | A | 3.1 | 76.0 | 3.5 | 0.33 | 7.92 | — | 4.00 | 0.818 | 6.1 | 298 | 1.5 |
| 16 | B | B′ | 3.0 | 74.8 | 4.3 | 0.25 | 11.66 | 1.86 | 6.30 | 0.631 | 7.0 | 303 | 6.8 |
| 17 | A | C | 3.0 | 75.5 | 4.0 | 0.67 | 7.50 | 1.82 | 7.67 | 0.658 | 8.6 | 235 | 2.6 |
| 18 | C | B | 2.7 | 75.0 | 3.0 | 0.21 | 8.74 | 2.24 | 1.67 | 0.773 | 4.5 | 283 | 2.8 |
| 19 | C | A | 2.6 | 74.7 | 3.8 | 0.21 | 5.00 | 1.85 | 4.07 | 0.533 | 4.7 | 291 | 1.5 |
| 20 | B | B′ | 2.1 | 74.5 | 3.5 | 0.31 | 7.08 | 2.27 | 5.00 | 0.818 | 6.7 | 300 | 1.3 |
| 21 | B | A | 1.9 | — | 2.3 | 0.22 | 7.92 | 1.67 | 2.07 | 0.676 | 6.6 | 149 | 1.3 |
| 22 | A | B′ | 1.9 | 77.9 | 2.7 | 0.18 | 7.92 | 1.76 | 15.73 | 0.622 | 4.9 | 319 | 2.6 |
| 23 | C | B′ | 1.9 | 77.9 | 3.2 | 0.36 | 10.00 | 1.73 | 5.33 | 0.693 | 7.4 | 174 | 2.1 |
| 24 | C | C | 1.7 | 75.0 | 3.2 | 0.22 | 10.84 | 1.65 | 7.33 | 0.533 | 5.3 | 264 | 2.9 |
| 25 | C | C | 1.6 | 74.9 | 3.3 | 0.15 | 6.66 | 1.67 | 1.67 | 1.511 | 6.4 | 317 | 1.7 |
| 26 | C | B′ | 1.1 | 76.0 | 1.6 | 0.14 | 5.84 | 1.97 | 2.80 | 1.071 | 4.3 | 245 | 1.2 |
| 27 | C | C | 1.1 | — | 2.0 | 0.50 | 6.66 | 2.23 | 4.67 | 0.862 | 5.6 | 248 | 1.0 |
| 28 | C | C | 1.0 | 77.3 | 1.6 | 0.30 | 7.24 | 1.72 | 5.67 | 0.996 | 7.8 | 270 | 3.8 |
| 29 | C | C | 1.0 | 76.7 | 1.6 | 0.13 | 6.66 | 1.57 | 5.60 | 0.818 | 7.8 | 275 | 4.2 |
| 30 | B | B | 1.0 | — | 1.0 | 0.14 | 7.08 | 1.66 | 5.67 | 1.893 | 3.9 | 253 | 1.4 |

* In the colomn color: A, the meat having light and characteristic color to yellowfin tuna. B, somewhat discolored. C, discolored.

In the colomn oder: grade is expressed in decreasing freshness from A, B, B′, to C.

** Graduations from 1 for green meat to 5 for normal meat were independently determined and averaged.

に示す。測定値はいずれも相当のバラツキを示したが，これら各成分の含量と青肉との相関を計算するとTable 2 のごとくなる。即ち青肉は正常肉に比し水分多く，$B_6$ の含量低く，反対に $B_{12}$ 含量が高い傾向が認められた。この関係を Fig. 1～2 に示した。

$B_2$，パントテン酸，葉酸，Ca, P, Fe の含量と青肉の程度との間には相関が認められなかつたが，青肉のうちの2例がPの量の著しく少ないものがあつた。

次に青肉と正常肉とでは各ビタミン相互の比率及びCa と P との比率に差異があるか否かを検するため試料を No. 1～20（正常なもの及び青肉のごく軽度のもの），No. 21～30（青肉の著しいもの）の二群に分ち，各々の群についてビタミン類相互の関係を求めた結果

**Table 2.** Correlation between the contents of vitamins and minerals to the color of precooked meat.
第2表　肉色と各成分含量との相関

| | $n$ | $r$ | Significant level 有意限界 0.05 |
|---|---|---|---|
| Moisture | 26 | − **0.574** | 0.3809 |
| $B_2$ | 30 | 0.322 | 0.3494 |
| $B_6$ | 30 | **0.695** | 〃 |
| $B_{12}$ | 30 | − **0.343** | 〃 |
| Pantothenic acid | 29 | 0.0076 | 〃 |
| Folic acid | 29 | 0.143 | 〃 |
| Ca | 30 | 0.049 | 〃 |
| P | 30 | 0.217 | 〃 |
| Fe | 30 | 0.122 | 〃 |

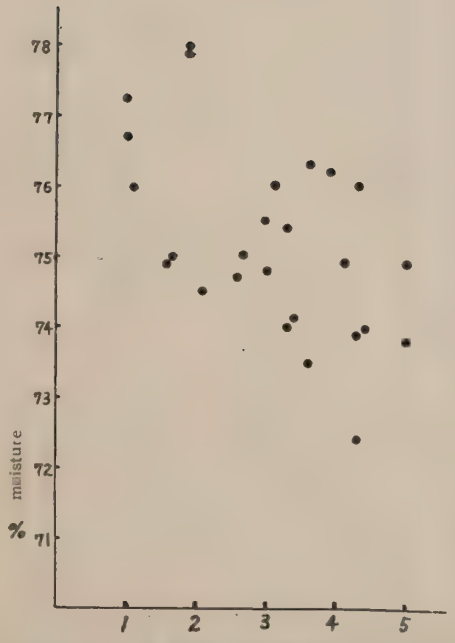



**Fig. 1.** Relation between moisture and the color of precooked yellowfin tuna meat.
キワダ肉の水分含量とその肉を蒸煮した時の色調の良否との関係

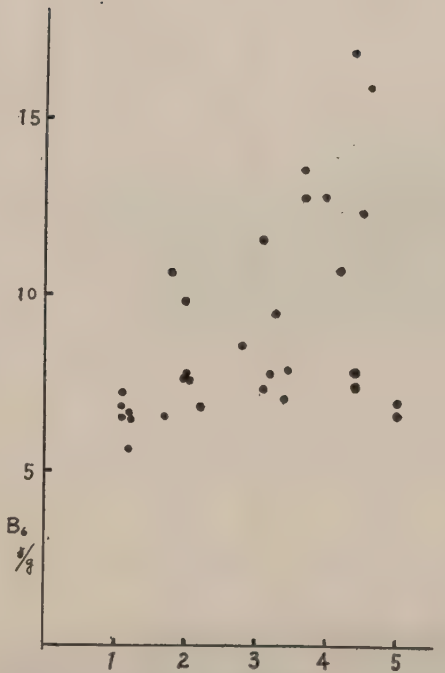



**Fig. 2.** Relation between vitamin $B_6$ and the color of precooked yellowfin tuna meat.
キワダ肉の $B_6$ 含量とその肉を蒸煮した時の色調の良否との関係

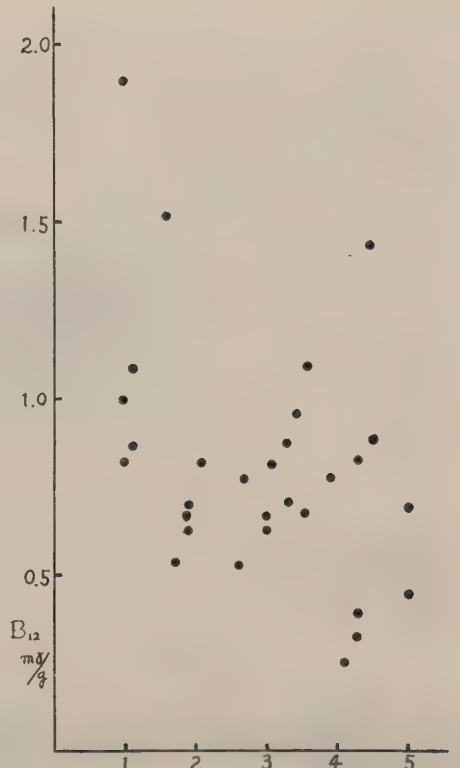



**Fig. 3.** Relation between vitamin $B_{12}$ and the color of precooked yellowfin tuna meat.
キワダ肉の $B_{12}$ 含量とその肉を蒸煮した時の肉色の良否との関係

**Table 3.** Correlation among the vitamins in normal and green meat.
第3表　正常肉と青肉におけるビタミン相互の関係

| | | $n$ | $r$ | Significant level 有意限界 0.05 |
|---|---|---|---|---|
| $B_2$ : $B_6$ | Normal | 16 | 0.3874 | 0.4973 |
| | Green | 9 | 0.0316 | 0.6664 |
| $B_2$ : Folic acid | Normal | 15 | 0.1017 | 0.5139 |
| | Green | 9 | **0.7261** | 0.6664 |
| $B_6$ : Folic acid | Normal | 15 | 0.2087 | 0.5139 |
| | Green | 9 | 0.2514 | 0.6664 |
| Folic acid : Pantothenic acid | Normal | 16 | 0.0720 | 0.4973 |
| | Green | 8 | 0.3176 | 0.7067 |

は Table 3 の通りである。

即ち $B_2$ 対 $B_6$, $B_6$ 対葉酸，葉酸対パントテン酸においては青肉，正常肉いずれにおいても量的関係は認められなかつたが，$B_2$ と葉酸との間には青肉において有意の関係が認められた。しかし正常肉においては全く認められなかつた。

## 考　　察

本実験の試料魚はいずれも南洋産で死後相当の日数を経たものである。鮮度は比較的良好であつたが，必ずしも全試料が同程度の鮮度ではなかつた。

B群の含量は試料の鮮度によつて影響をうけるであろうから本実験の結果が直ちに魚の生活時における様相を示すものとは断定できないが，仮に本試料の間で試料の鮮度のバラツキとそれに伴うB群含量の変化とが統計的に相殺されているものとすると，本実験の結果は或る程度魚の生活時の状態を反映するものということになる。

本実験においては脂肪量を測定しなかつたが，青肉には水分がやや多い傾向があることから，脂肪の量が正常肉より少ないことが想像される。このことは $B_6$ が生体内で脂質，炭水化物等の代謝に関与しているという従来の知見と考え合せれば，今後青肉を生化学的に調べていく上の一つの手懸りとなり得るであろう。

青肉の個体に $B_{12}$ 含量が高い傾向のある理由についても今後の研究に俟たなければ，明瞭な説明は附し得ないであろうが，$B_{12}$ が造血作用に関与するビタミンであることと，青肉の色素が血色素系の蛋白色素乃至はその変性物質であろうという従来の知見[4]とも関連する現象であると思われる。

本実験の青肉個体の中にたまたまPが異常に少ない例が見出されたが，これも青肉魚体内における生活機能の異常性を反映するものであろう。但しこの個体（2例）のB群及び Ca, Fe の含量については，他の正常及び青肉個体のそれに比し特に著しい差はなかつた。

## 摘　　要

キワダの青肉個体と正常肉個体とにつきビタミンB群，Ca, P, Fe の含量を比較し，青肉は正常肉に比し水分多く，$B_6$ が少なく，$B_{12}$ が多い傾向を認めた。

又青肉の中に P が異常に少ない例があつた。

本研究に当り終始御指導を頂いた東秀雄博士ならびに実験に協力せられた大同水産株式会社に厚く謝意を表する。

## 文　　献

1) 恒田信郎外・天野慶之外：静岡缶詰協会報.
2) 高橋信之・山下六郎：日本輸出冷凍水産物検査協会資料
3) 横山　浩・木坂健次：日本輸出冷凍水産物検査協会研究資料 13 号 (1957)
4) NAUGHTON, J. J., et. al: Special Sci. Rep. Fish. No. 197, U. S. A. (1956); *ibid*. No. 247 (1957).

# マグロ青肉に関する研究—II.

## キワダ青肉及び正常肉個体の腎臓中のビタミンB群, 無機質の含量

平尾秀一・村山繁雄・簗瀬正明
山田充阿弥・菊地嶺・田部井菊子
(東海区水産研究所)

木坂健次・榎本吉宏
(日本輸出冷凍水産物検査協会)

## Study on the Green Meat of Tuna—II.

## Quantitative Differences of Vitamin B Group and Minerals in Kidney between Green and Normal Bodies of Yellowfin Tuna.

Shuichi Hirao, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase,
Juami Yamada, Ryo Kikuchi and Kikuko Tabei
(Tokai Resional Fisheries Research Laboratory)

Kenji Kisaka and Yoshihiro Enomoto
(Japan Export Frozen Marine Product Inspection Cooperation)

In the previous paper the authors presented a few data for the vitamin B group and minerals in the green and the normal meat of yellowfin tuna. To make an approach to the biochemical cause of the greening, however, it is desirable to collect the data for the internal organs, as well. As most of the internal organs of yellowfin tuna are separated from the body immediately after the catch it is difficult to collect their samples except the kidney which is found always left in the body. For this reason the authors conducted experiments with kidney in a way similar to that taken for meat.

In comparison with normally colored fish greened body was found to contain a larger amount of moisture, less phosphorus in kidney with a very small ratio of P : Ca.

No definite correlation was observed between the B group content and the greening while the riboflavin and the folic acid contents were found to vary in parallel with each other in the case of greened samples. But such a relation can hardly be detected with normal samples.

### 緒　　言

前報[1]にキワダにつき青肉と正常肉のビタミンB群および無機質の含量を測定した結果をのべたが, 体成分の異同から青肉の成因を探ろうとするには, 肉よりも内臓について実験を行う方がより明確な結果が得られるはずである。一般にキワダは漁獲後直ちに内臓を除去されるため上記の検討を行うことができないが, 腎臓のみは大低の場合, 腹腔中に残留しているのでこれについて前報と同様の実験を試みた。

### 実験及び結果

試料を採取した魚体は前報の実験に用いたものと同じである。30 尾の試料魚の内4尾は腎臓が残留していなかつたが, これは内臓除去作業の際一緒に除かれたものであろう。他の 26 尾からは腎臓の一部乃至全部を採取することができた。

1958 年 9 月 29 日受理　東海区水産研究所業績B第 300 号

**Table 1.** Contents of vitamins and minerals in the kidney of yellowfin tuna samples varying in color of meat.

第1表　肉色の種々異なるキワダにおける腎臓の成分

| Sample No. | Grade of color of precooked meat* | Moisture | $B_2$ | $B_6$ | Pantothenic acid | Folic acid | Ca | P | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % | γ % | γ % | γ % | γ % | mg % | mg % | mg % |
| 1 | 5.0 | 61.4 | 460 | 1,225.0 | 306.4 | 36.0 | 43.9 | 598 | 82.3 |
| 2 | 5.0 | 74.6 | 414 | 722.6 | 158.4 | 86.4 | 23.1 | 401 | 85.5 |
| 3 | 4.5 | 75.7 | 457 | 615.0 | 363.2 | 161.6 | 30.0 | 348 | 60.3 |
| 4 | 4.4 | 76.2 | 348 | 635.0 | 264.0 | 185.6 | 24.9 | 355 | 44.1 |
| 5 | 4.3 | — | 274 | 440.0 | 178.4 | — | — | — | — |
| 7 | 4.3 | 71.6 | — | 585.0 | 306.4 | 113.6 | 32.2 | 402 | 156.4 |
| 8 | 4.1 | — | 292 | 565.0 | 224.0 | 80.0 | — | — | — |
| 9 | 3.9 | 75.7 | 384 | — | 297.6 | 102.4 | 23.5 | 287 | 13.1 |
| 10 | 3.6 | 76.0 | 327 | 575.0 | 208.0 | 72.0 | 38.4 | 509 | 214.0 |
| 11 | 3.6 | 74.6 | 589 | 484.0 | 188.8 | 179.2 | 34.6 | 407 | 85.6 |
| 12 | 3.4 | 73.1 | 535 | 492.6 | 289.6 | 111.2 | 28.9 | 399 | 73.2 |
| 13 | 3.3 | — | 281 | 425.0 | — | — | — | — | — |
| 14 | 3.3 | 73.9 | 498 | 520.0 | 298.4 | 94.4 | 26.6 | 412 | 109.0 |
| 15 | 3.1 | 76.9 | 454 | 500.0 | 312.0 | 160.0 | 29.7 | 352 | 46.2 |
| 17 | 3.0 | 62.3 | 387 | 485.0 | 224.0 | 59.2 | 101.0 | 582 | 118.0 |
| 18 | 2.7 | 74.4 | 359 | 413.6 | 297.6 | 45.6 | 25.2 | 339 | 85.8 |
| 19 | 2.6 | 74.0 | 471 | 474.8 | 207.2 | 165.6 | — | — | — |
| 20 | 2.1 | 74.2 | 517 | 530.0 | 203.2 | 61.6 | — | — | — |
| 21 | 1.9 | 72.1 | 508 | 540.4 | 331.2 | 144.0 | 37.3 | 424 | 69.0 |
| 22 | 1.9 | 81.2 | 605 | 670.2 | — | 156.8 | 31.4 | 291 | 55.3 |
| 23 | 1.9 | 76.3 | 288 | 230.4 | 242.4 | 94.4 | 32.6 | 371 | 71.6 |
| 24 | 1.7 | 76.5 | 557 | 365.0 | 229.6 | 169.6 | — | — | — |
| 25 | 1.6 | 76.8 | 481 | 625.2 | 256.8 | 150.4 | 41.2 | 360 | 42.4 |
| 26 | 1.1 | 77.2 | 715 | 750.4 | 222.4 | 172.0 | 54.9 | 413 | 110.0 |
| 27 | 1.1 | 75.3 | 367 | 1,400.0 | 261.2 | 85.6 | 27.6 | 227 | 49.2 |
| 29 | 1.0 | 75.8 | 448 | 372.6 | 211.2 | 51.2 | 39.4 | 379 | 115.0 |
| 30 | 1.0 | 78.3 | 483 | 1,375.0 | 191.2 | 80.0 | 37.1 | 326 | 91.7 |

* Graduations from 1 for green meat to 5 for normal meat were independently determined by several persons and averaged.

**Table 2.** Correlation between color of yellowfin tuna meat and the components of the kidney.

第2表　肉色と腎臓の各成分含量との相関

| | $n$ | $r$ | Significant level 有意限界 (0.1) |
|---|---|---|---|
| Moisture | 24 | **−0.324** | 0.3233 |
| $B_2$ | 26 | −0.2854 | 〃 |
| $B_6$ | 26 | −0.114 | 〃 |
| Pantothenic acid | 25 | 0.0613 | 〃 |
| Folic acid | 25 | 0.0416 | 〃 |
| Ca | 21 | 0.0048 | 0.3687 |
| P | 21 | **0.380** | 〃 |
| Fe | 21 | 0.2430 | 〃 |
| P/Ca | 21 | **0.694** | 〃 |

Table 1 に水分，$B_2$, $B_6$, パントテン酸，葉酸，Ca, P, Fe の含量を示す。表中肉色の判定度の数値は，肉色が淡いピンクで良好なものを 5，緑褐色で著しい青肉と認められるものを 1 として評点した数値である。

各測定値はいずれも相当のバラツキを示しているが，これらの数値と肉色との相関を検すると，Table 2 に示すごとき数値が得られる。即ち青肉の腎臓は正常肉のそれに比し水分が多く，P が少い傾向がある。

腎臓の Ca と肉色とには相関がみられないが，P/Ca を計算してみると，P のみの場合よりも遙かに相関が大であつた。この関係を Fig. 1 に図示した。

腎臓の $B_2$, $B_6$, パントテン酸，葉酸の量と肉色には相関がみられなかつた。

次に試料を青肉の著しい個体（No. 21～30）と正常のもの及び青肉の軽度のもの（No. 1～20）との 2 群分け，それぞれの群について $B_2$ と $B_6$, $B_2$ と葉酸，$B_6$ と葉酸，葉酸とパントテン酸と量的関係を検した果は Table 3 に示すごとく $B_2$ と葉酸の含量のみが青肉群において有意（危険率 10%）の相関を示した，正常群においては全く相関がみとめられなかつた。

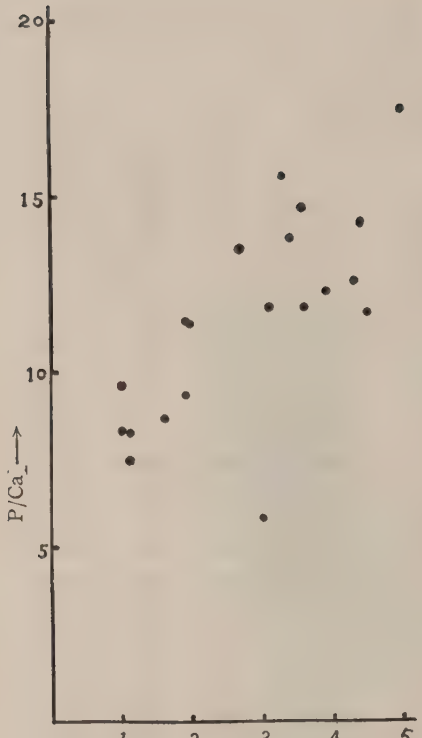



**Fig. 1.** Relation between P/Ca ratio in the kidney and color of the precooked meat of yellowfin tuna.
キワダ蒸煮肉色の良否とその腎臓中の P/Ca 比との関係

**Table 3.** Correlation among the vitamins determined on the kidney in a green and a normally colored body of yellowfin tuna.
第3表　キワダ正常肉及青肉個体の腎臓のB群の量的相関

| | Sample | $n$ | $r$ | Significan level 有意限界 (0.1) |
|---|---|---|---|---|
| $B_2 : B_6$ | 正常肉の腎臓ⓐ* | 16 | 0.1322 | 0.4259 |
| | 青肉の腎臓ⓑ | 9 | 0.0316 | 0.5822 |
| $B_2$ : Folic acid | 正常肉の腎臓ⓐ | 17 | 0.1017 | 0.4124 |
| | 青肉の腎臓ⓑ | 9 | **0.6010** | 0.5822 |
| $B_6$ : Folic acid | 正常肉の腎臓ⓐ | 15 | 0.2080 | 0.4409 |
| | 青肉の腎臓ⓑ | 9 | 0.2514 | 0.5822 |
| Folic acid : Pantothenic acid | 正常肉の腎臓ⓐ | 16 | 0.072 | 0.4259 |
| | 青肉の腎臓ⓑ | 8 | 0.3176 | 0.6215 |

* ⓐ: Kidney of normal yellowfin tuna
ⓑ: Kidney of green meat body.

## 考　　察

以上の実験の結果，腎臓の水分含量は青肉著しき個体に高く，正常個体に低く，前報に肉について観察した結果と同じ傾向を示したが，B群含量においては，前報の肉について測定した場合よりも，却つて判然としない結果になつた。

これは生体中では腎臓と肉との間にB群含量の変動は直接的連関が少いという事であるのか，或は腎臓中には種々の分解酵素が存在して，試料の鮮度により，B群の残存量が大きく影響されるためであるかもしれない。前報でのべたように本試料は南洋もののキワダであるから漁獲後相当の日数を経ており，必ずしも鮮度が一様でなかつたことも一因であると思われる。鮮度の影響をうけない水分やPにおいては肉の場合よりもはるかに明瞭な傾向が得られている事も前記の想定を裏付けるものであろう。

腎臓の $B_2$ と葉酸の含量が青肉個体において比例的変化を示し，正常個体において全くそれがみられない理由については今後種々の知見を綜合しなければ，簡単には説明し得ない事柄であろうが，前報の肉についても全く同じ傾向が得られている点から考えてこの結果は必しも単なる偶然ではないであろう。或はこの辺から青肉の成因の生化学的解明の糸口がつけられるのではなかろうか。

## 摘　　要

キワダ腎臓のB群と無機質の含量を測定し，青肉個体の腎臓は正常個体に比し水分が多く，Pが少ないことを見出し，特に P/Ca が青肉個体に於て小さいことを認めた。

腎臓のB群含量と青肉との間には関係が認められなかつたが，青肉著しき個体群に於ては腎臓の $B_2$ と葉酸が比例的に変化しており，正常肉群に於てはかかる関係がないという結果を得た。このことは前報で肉について得た結果と同様であり，青肉の成因の解明へ今後の手掛りとなるであろう。

本研究に当り終始御指導を頂いた東秀雄博士ならびに実験に協力せられた大同水産株式会社に厚く謝意を表する。

## 文　　献

1) 著者等: 本誌, **24**, pp. 671～675 (1958)

# マグロ青肉に関する研究—III.
## 青肉個体の簡易判別法(予報)

平尾秀一・村山繁雄・簗瀬正明
山田充阿弥・菊地 嶺・田部井菊子
(東海区水産研究所)

木坂健次・榎本吉宏
(日本輸出冷凍水産物検査協会)

# Study on the Green Meat of Tuna—III.
## A Simple Method to Distinguish Greened Body from Normal One before Cooking.

Shuichi Hirao, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase,
Juami Yamada, Ryo Kikuchi and Kikuko Tabei
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

Kenji Kisaka and Yoshihiro Enomoto
(Japan Export Frozen Marine Product Inspection Cooperation)

No particular method has been known so far to distinguish the individuals with green meat among catches of yellowfin tuna, because the abnormality becomes apparent only through the process of precooking. According to the authors' findings, however, water suspension of kidney tissue is colored light brown in the case of normal body, and brownish black in with greened body, showing a color graduation in good agreement with that of precooked meat.

On the basis of the findings it is suggested that greened body can be easily distinguished from the normal one by judging the color of kidney suspension.

Table 2 shows prescriptions of color standard applicable to such inspection.

### 緒 言

前報[1),2)]においてキワダの青肉個体と正常個体につき成分の異同を検したが，たまたまその実験中，青肉個体の腎臓組織の色が正常個体のそれに比し，著しく黒味を帯びていること，殊に組織を磨砕して水に懸濁した色調に顕著な差のあること，この色調は正常肉の個体に於ては明褐色，青肉著しきものに於ては黒褐色であり，青肉の程度に応じて段階的な変化がみられることに気付き，この現象を利用して簡単に青肉の判定ができる予想を得たので玆に発表する。

### 実験及び結果

#### 1) 腎臓組織懸濁液の色調

試料魚（キワダ）は前報の実験に用いたものと同じである。腎臓は約 10g を乳鉢で磨砕し，その 1g を小型フラスコにとり，水 50cc を加え振りまぜる。この液の色調を Table 1 及び Fig. 2 に示した。表中

1958 年 9 月 29 日受理
東海区水産研究所業績B第 301 号

**Table 1.** The relation between the color of precooked tuna meat and that of water suspension of the kidney tissue.

第 1 表　キワダ蒸煮肉の色調とその腎臓懸濁液の色調との関係

| Sample No. | Grade of cooked meat* 肉色の良否 | Color of the suspension of kidney tissne 腎臓組織懸濁液の色調 | Color standard by Japan Color Research Institute 日本色彩研究所"色の標準" 色調のカラー番号 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Color 色相番号 | Brilliance 明度番号 | Hue 彩度番号 |
| 1 | 5.0 | 明るい茶 Brownish buff | 5 | 16 | 4 |
| 2 | 5.0 | 明るい赤茶 Rose beige | 3 | 16 | 3 |
| 3 | 4.5 | 明るい茶 Light brown | 5 | 16 | 3.5 |
| 4 | 4.4 | 明るい茶 Brownish buff | 5 | 16 | 4 |
| 5 | 4.3 | 明るい茶 Brownish buff | 5 | 16 | 4 |
| 7 | 4.3 | 朽葉色 Russet brown | 5 | 14 | 4 |
| 8 | 4.1 | 赤茶 Reddish brown | 3 | 14 | 5 |
| 9 | 3.9 | 赤茶 Reddish brown | 3 | 14 | 5 |
| 10 | 3.6 | 赤茶 Ochre Red | 2 | 14 | 5 |
| 11 | 3.6 | 茶色 Brown | 4 | 14 | 4 |
| 12 | 3.4 | うす赤茶 Pale reddish brown | 3 | 16 | 3 |
| 13 | 3.3 | うす赤茶 Pale reddish brown | 3 | 16 | 3 |
| 14 | 3.3 | うす茶 Pale brown | 5 | 17 | 3 |
| 15 | 3.1 | うす茶 Pale brown | 5 | 17 | 3 |
| 17 | 3.0 | うす赤茶 Terra cotta | 4 | 16 | 4 |
| 18 | 2.7 | 赤茶 Reddish brown | 3 | 14 | 5 |
| 19 | 2.6 | 暗い茶 Dark brown | 4 | 12 | 3 |
| 20 | 2.1 | 暗い茶 Dark brown | 4 | 12 | 3 |
| 22 | 1.9 | 茶黒 Brownish black | 4 | 11 | 1 |
| 23 | 1.9 | 茶黒 Brownish black | 4 | 11 | 1 |
| 24 | 1.7 | 茶黒 Brownish black | 4 | 11 | 1 |
| 25 | 1.6 | 暗い茶 Dark brown | 4 | 12 | 3 |
| 26 | 1.1 | 黒 Black | 0 | 10 | 0 |
| 27 | 1.1 | 灰黒 Grayish black | 0 | 11 | 0 |
| 29 | 1.0 | 茶黒 Brownish black | 5 | 11 | 1 |
| 30 | 1.0 | 茶黒 Brownish black | 4 | 11 | 1 |

* See footnote of Table 1, Report I for explanation.

「肉色の良否」欄の数値は第 I 報にのべた如く，肉色が淡いピンク色を呈し本実験の試料中で最も良質とみられたものを 5 点，反対に最も青色の著しいものを 1 点として評点することに定め，数名が独立に採点した平均値である。

懸濁液の色調の表現は日本色彩研究所発行の「色の標準」に依つたが，肉色良好のものの腎臓懸濁液は明るい褐色系統の色調をボし，肉色ヤヤ劣るものに於ては，次第に赤味を帯びた色調となり，更に肉色が不良のものにたるほど液色は黒褐色が強くなり，本実験の 26 例の結果では両者は完全な対応をボした。たゞ表には同書のカラー番号を附記した。なおこの液の黒色度は主として水不溶性のメラニン様黒色物質の存在によるもので，液を遠沈すると上澄は淡黄色となり，上澄液においては正常肉と青肉との間に著しい差は認められなかつた。

**2) 懸濁液を透明溶液とする試み**

懸濁液中の不溶物を何らかの方法で溶解して，透明溶液となし，吸収スペクトルの測定値を以て濃淡を表そうと試みたが，液中のメラニン様黒色物質はエーテル，アセトン，ヒリジン等に不溶であり，10% NaOH

Fig. 1　キワダ蒸煮肉の色調を示す。左；青肉，右；正常肉。
Color of precooked yellow-fin tuna. Left: green, right: normal.

Fig. 2　キワダ腎臓の水懸濁液。左2個；青肉，中央2個及び右の2個は正常肉。
Color of water suspension of kidney of yellow-fin.
Left two: kidney of greened body. Middle two and right two: normal.

Fig. 3　色調標準液の1例（活性炭，$Fe_2O_3$，CdS を配合）

**Table 2.** Prescriptions for color standard for detecting the green meat of tuna before cooking.

第2表　色調標準液の処法例

| Color of composite suspendions | Color Standard 色調のカラー番号 | | | Composition of color suspensions 色素液の配合割合 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Color 色相番号 | Brilliance 明度番号 | Hue 彩度番号 | a* | a′ | b | c | d | water |
| | | | | cc | 1cc | 2cc | 8cc | 3cc | 3cc |
| 明るい茶 Brownish buff | 5 | 16 | 4 | | | | | | |
| うす赤茶 Pale reddish brown | 3 | 16 | 3 | | 1 | 2 | | 10 | 20 |
| 朽葉色 Russet brown | 5 | 14 | 4 | | 2 | 2 | 4 | 8 | |
| 赤　茶 Reddish brown | 3 | 14 | 5 | | 3 | 6 | | | 12 |
| 茶　色 Brown | 4 | 14 | 4 | | 3 | 2 | 4 | | 10 |
| うす茶 Pale brown | 5 | 17 | 3 | | 1 | 1 | 2 | 16 | 4 |
| 明るい茶 Brownish buff | 4 | 16 | 4 | | 2 | 1 | | 12 | 6 |
| 暗い茶 Dark brown | 4 | 12 | 3 | 1 | | 4 | | | 6 |
| 茶　黒 Brownish black | 5 | 11 | 1 | 4 | | 2 | | | 6 |
| 黒　Black | 0 | 10 | 0 | 2 | | | | 6 | 6 |
| 灰　黒 Grayish black | 0 | 11 | 0 | 2 | | | | 16 | |

* note: a ; Carbon black 1gr + 40cc water　　c ; Zinc Chromate 0.1gr + 80cc water
a′; a 1cc + 80 〃　　d ; Diatom earth 1gr + 80 〃
b ; $Fe_2O_3$ 0.5gr + 60 〃

を用いれば，ほぼ溶解し得るが，その液の色調は各試料共似たものとなり，懸濁液の場合よりも色調の差が遙かに少くなるので，色調の比較には不適当である。

**3)　色調標準液を調製する試み**

前記の方法により調製した懸濁液の色調を安定な物質を以て再現し標準液を調製することを試みた。即ち Table 2 に示すごとく活性炭，硅藻土，クロム酸亜鉛，酸化第二鉄の水懸濁液を製し，これらを適宜混合して，本実験の腎臓懸濁液の色調を模した液を調製した。この試みは手近の材料を用いて行つたもので必しもこれが最上の標準液処法とはいえないであろうが，実際の検査等の場合にも一応の規準として使用できるものと考える。

## 考　　察

本実験の範囲では腎臓組織懸濁液の色調と，その魚体の肉色（蒸煮後の）との間には顕著な相関が認められ，青肉の判定上に有力な手段たり得べきことが予想されたが，この現象が果して他の試料及びビンチョウ，メバチ等にも例外なく成立するかは今後更に検討を要するであろう。しかし天野ら[3]はビンチョウの蒸煮肉を観察し，肉中を走る血管の色が青肉においては著しく黒色を帯びていると述べており，又腎臓は特に血液の多い器官であること，更に青肉の色素は血色素系の蛋白色素乃至はその変性物質であろうという従来の知見[4]等と併せ考えると，本実験で観察した現象は必ずしも偶然ではないと考えられる。

## 摘　　要

キワダの腎臓を磨砕して水に懸濁した液の色調は，正常個体に於ては淡い褐色，青肉個体に在つては黒褐色であり，肉色の程度に応じて段階的の変化がみとめられることを見出し，この現象が青肉の簡単な判別法として利用できると考えた。

本研究に当り終始御指導を頂いた東秀雄博士ならびに実験に協力せられた大同水産株式会社に厚く謝意を表する。

## 文　　献

1), 2)　著者等：本誌. **24**, 671～675, 676～678 (1958)
3)　天野慶之外：　静岡県缶詰協会報。
4)　NAUGHTON, J. J., et. al: Special Sci. Rep. Fish. No. 177, U. S. A. (1956); *ibid.* No. 247 (1957).

# 魚類食品におけるボツリヌスE型菌の発育と毒素産生に関する研究—II.

## ボツリヌスE型菌の栄養要求について

安藤芳明・井上勝弘
(北海道立衛生研究所)

# Studies on Growth and Toxin Production of *Clostridium botulinum* Type E in Fish Products—II.

## On the Nutritional Requirements of *Clostridium botulinum* Type E

Yoshiaki Ando and Katuhiro Inoue
(Hokkaido Institute of Public Health, Sapporo)

The nutritional requirements of *Cl. botulinum* type E, strains Iwanai & Tenno, which had already been isolated in Japan, were studied and compared with those of other serological types A and B.

It was found that type E differed from the latter two types in the following two nutritional patterns.

1) The requirement of fermentable sugars as energy source for growth: type E organisms were unable to grow in media free from sugars (Table 1), whereas both types A and B grew well in such media.

2) The requirement of some unidentified peptides as growth-supporting factor: type E organisms failed to grow in a partially defined medium supplemented with various vitamins, when casamino acid was used as nitrogen source; however, they grew well when casitone was substituted for casamino acid. In addition, trypsinized preparations of various proteins also promoted growth.

This growth-supporting factor in casitone or trypsin digest of proteins may be a kind of peptide containing γ-glutamyl group, but its identity with "Strepogenin" was not ascertained.

著者らは魚肉におけるボツリヌスE型菌の発育機構に関して，前報[1]では酸化還元電位の立場より論じたが，本報では該菌の栄養要求論的立場より考察したい。

ボツリヌス菌の栄養要求に関しては，A型及びB型菌についてはこれ迄かなり明かにされているが，E型菌では殆んど研究されていない。著者らの知る限りでは，最近 Kindler ら[2]が5株のE型菌につきそのビタミン要求を調べているにすぎない。

E型菌は生物化学的性状においてもA型及びB型菌とは若干異なり，従つて当然その栄養要求も幾分相違するものと思われる。よつて本実験においてはこれら3者を比較検討することとした。

### 実験材料と方法

**培地** 基礎培地の組成は各実験目的により多少変えた。培養液は 10 m*l*. (又は 15 m*l*.) とし，120°C, 10分間高圧滅菌後水道水で冷却し，直ちに接種した。実験はすべて2本宛行い平均をとつた。

**菌株** E型菌として，岩内株及び天王株*を用いた。ほかにA型菌*及びB型菌*を用いた。

1958年7月4日受理

* これらの菌株は国立予防衛生研究所より恵与された。

**接種菌**　菌株はすべて肝々ブイヨンに保存培養した。これより接種菌を得るには，まず肝ぞうブイヨン(新鮮な肝ぞうを同量のブイヨンで煮出したもの)に 37°C, 24 時間培養後，遠心分離して菌体を集め，これを0.1% チオグリコール酸含有生理食塩水で2回洗滌し，最後に同一液に浮遊させ heavy inoculum (1: 5) とする。

**培養方法**　接種菌は作成後直ちに培地に1白金耳を接種し，37°C, 24～96 時間培養した。

**発育度の表示**　培養中一定量をとり，光電比色計により溷濁度を測定した。その表示には厚さ 1 cm のキュベットを用い，660 mμ における非接種対照液の透過率を 100% とした際試料の示すよみを以てした。

## 実 験 結 果

### 1. 炭素要求性

i) 糖類　E型菌の糖分解性に関しては既に報告[3]されているように，大部分の菌株はグルコース，フラクトース，マンノース，シュクロース，マルトース，ソルビトール等を分解し，少数の株は更にトレハロース，アドニトールをも分解する。E 型菌はこれらの糖を含有する培地ではガスを発生して良く発育するが，もし糖を除くと殆んど発育し得ない。即ち，casitone を主とする基礎培地に 2, 3 の糖を種々の濃度に添加して発育効果をみると，Table 1 の如くであり，糖は少くとも 0.01% 以上存在しなくては発育は認められない。これに対してA型及びB型菌では糖無添加の場合でも十分な発育を示した。この事実はE型菌はA・B型菌とは異なり，発育のエネルギーを糖醗酵に強く依存していることを示唆するものである。

**Table 1.** Growth response of *Cl. botulinum* type E, strain IWANAI, to various concentrations of sugars

| Sugars | % concentration in medium | % transmission after incubation period | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 24h. | 48h. | 72h. |
| Glucose | 1. | 72 | 48 | 63 |
| | 0.1 | 84 | 78 | 86 |
| | 0.01 | 91 | 89 | 92 |
| | 0.001 | 94 | 91 | 96 |
| Maltose | 1. | 67 | 34 | 30 |
| | 0.1 | 83 | 66 | 73 |
| | 0.01 | 89 | 89 | 91 |
| | 0.001 | 94 | 94 | 94 |
| Sucrose | 1. | 76 | 63 | 63 |
| | 0.1 | 79 | 72 | 81 |
| | 0.01 | 88 | 85 | 92 |
| | 0.001 | 94 | 89 | 96 |
| Control | 0. | 95 | 97 | 97 |

Basal medium (in double strength): Casitone (Difco): 4g.; Na-thioglycollate: 0.4g.; yeast extract (Difco): 0.2g.; salt A and B (Campbell & Frank, J. Bact., **71**, 268, 1956): 2 m*l*. and 0.2 m*l*., respectively; add distilled water to 100 m*l*.; adjust to pH 7.2.

ii) 核酸成分　一般に魚肉中の遊離糖は僅少であるにもかかわらずE型菌は旺盛な発育を示す。従つてエネルギー源として他の炭素源が考慮されねばならない。そこで著者らは魚肉中に存在または生成されると考えられる種々の核酸系物質に対するボツリヌス菌の利用性を検討した。その結果は Table 2 に示す如く，E 型菌及びB型菌は分解性も示すが，A型菌は示さなかつた。次にこれらの物質のE型菌に対する発育効果をみると，Table 3 に示す如くでありいずれも 0.01% 以上では発育がみられた。

**Table 2.** Decomposition of nucleic substances by *Cl. botulinum* types E, A and B in peptone medium (+: intensive gas formation −: none or scanty gas)

| Nucleic substances | Type E (IWANAI) | Type E (TENNO) | Type A | Type B |
|---|---|---|---|---|
| *d*-Ribose | + | + | − | + |
| Ribonucleic acid | + | + | − | + |
| Cytidylic acid | + | + | − | + |
| Uridylic acid | + | + | − | + |
| Adenylic acid | + | + | − | + |
| Uridine | + | + | − | + |
| Adenosine | + | + | − | + |
| Inosine | + | + | − | + |

iii) 有機酸類　ギ酸，酢酸，酪酸，乳酸，コハク酸，クエン酸，リンゴ酸，ピルビン酸，オキザル酢酸，α-ケトグルタル酸等について試験したが，E型菌はこれらのいずれをも唯一のエネルギー源として利用発育し得なかつた。

### 2. 窒素要求性

i) Casitone　著者らは初めE型菌のアミノ酸要求を知る目的で，種々のアミノ酸とビタミン類より成る合成培地，或いは casamino acid にビタミン類を添加した培地に接種培養を試みたが，遂に成功しなかつた。ところが casamino

**Table 3.** Growth response of *Cl. botulinum* type E, strain IWANAI to various concentrations of ribonucleic substances

| Ribonucleic substances | % concentration in medium | % transmission after incubation period | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 24h. | 48h. | 72h. |
| *d*-Ribose | 1. | 87 | 45 | 53 |
| | 0.1 | 94 | 83 | 75 |
| | 0.01 | 95 | 89 | 90 |
| | 0.001 | 95 | 97 | 98 |
| Ribonucleic acid | 1. | 97 | 97 | 35 |
| | 0.1 | 97 | 97 | 78 |
| | 0.01 | 97 | 97 | 89 |
| | 0.001 | 97 | 97 | 91 |
| Adenosine | 1. | 29 | — | — |
| | 0.1 | 61 | — | — |
| | 0.01 | 88 | — | — |
| | 0.001 | 95 | — | — |
| Inosine | 1. | 37 | — | — |
| | 0.1 | 76 | — | — |
| | 0.01 | 88 | — | — |
| | 0.001 | 95 | — | — |
| Control | 0. | 95 | 97 | 97 |

Basal medium used was like that of the additional description under Table 1.

**Table 4.** Growth response of *Cl. botulinum* to various concentrations of casitone

| Organism | % concentration of casitone in medium | % transmission after incubation period | |
|---|---|---|---|
| | | 24h. | 48h. |
| Type E (IWANAI) | 1. | 85 | 54 |
| | 0.1 | 100 | 89 |
| | 0.01 | 100 | 97 |
| | 0. | 100 | 100 |
| Type E (TENNO) | 1. | 75 | 66 |
| | 0.1 | 100 | 87 |
| | 0.01 | 100 | 90 |
| | 0. | 100 | 100 |
| Type A | 1. | 13 | 39 |
| | 0.1 | 20 | 34 |
| | 0.01 | 25 | 40 |
| | 0. | 20 | 54 |
| Type B | 1. | 13 | 36 |
| | 0.1 | 30 | 47 |
| | 0.01 | 34 | 62 |
| | 0. | 30 | 59 |

Basal medium (in double strength): Bacto-casamino acid (Difco): 2g.; *l*-cysteine-HCl: 0.4g.; *l*-tryptophane: 0.04g.; Na-thioglycollate: 0.4g; glucose: 1g.; Na-bicarbonate: 10mg.; adenine, guanine, uracil, xanthine: each 2mg.; biotin: 1$\mu$g.; thiamine: 50$\mu$g.; folic acid: 2$\mu$g.; nicotinamide: 100$\mu$g.; Ca-pantothenate: 100$\mu$g.; pyridoxamine: 10$\mu$g.; *p*-aminobenzoic acid: 20$\mu$g.; salt A and B: 2m*l*. and 0.2m*l*., respectively; add to water to 100m*l*.; adjust to pH 7.2.

acid の代りに casitone を用いると極めて良好な発育を得ることを知つた。即ち Table 4 に示すように，casamino acid を主とする基礎培地に casitone を 0.1% 添加することにより良好な発育を得た。この結果より casitone 中には窒素源として E 型菌に対しては不可欠であり，A 型及び B 型菌に対しても発育促進的効果を示す物質の存在することが分る。そこで casitone を水にとかし，水道水で 72 時間透析した後アルコールを加えて沈澱する部分をとりこれを基礎培地に添加して E 型菌を接種培養したところ，かなりの発育効果が認められた。即ち有効成分はアミノ酸の如き低分子ではなく，むしろペプタイド様高分子物質と考えられる。

ii) 蛋白質のトリプシン分解物　casitone 以外の蛋白酵素分解物についても同様な効果があるか否かを知るため，種々の蛋白質又は蛋白源のトリプシン分解物を作製し，これを前記基礎培地に添加して発育効果をみた。その結果は Table 5 に示す如く，いずれも有効であつた。

**Table 5.** Growth-supporting ability of the trypsin digest of various proteins

| Material | % transmission |
|---|---|
| Gelatin | 47 |
| Dried egg albumin | 53 |
| Purified casein | 49 |
| Haemoglobin | 42 |
| Dried skim milk | 34 |
| Fish meal | 38 |
| Dried brewer's yeast | 42 |
| Soy-bean meal | 35 |
| Control (trypsin blank) | 100 |

All the materials were digested with trypsin according to the method of Sprince & Woolley (J. Am. Chem. Soc., **67**, 1734, 1945), and added to each assay tube to give a concentration of 5mg., as original protein, per m*l*. of medium by determining the total nitrogen content.

iii) 肉エキス　各種肉エキス(熱水抽出物)について同様試験した結果は Table 6 の如くであり，かれい肉や肝そうは特に有効であつた。

iv) ペプタイド　2, 3 の合成ペプタイドについて同様試験した結果は Table 7 の如くである。これらのうちグルタミンやグルタチオンは有効であつた。

**Table 6.** Growth-supporting ability of the water extract from natural products

| Material | % transmission |
|---|---|
| Beef meat | 51 |
| Beef liver | 23 |
| Flat-fish meat | 26 |
| Oyster meat | 40 |
| Peptone (Mikuni) | 57 |
| Yeast extract (Difco) | 62 |
| Control (basal medium + water) | 100 |

Each extract was added to assay tube to give a concentration of 5 mg., as protein, per m*l*. of medium.

**Table 7.** Growth-supporting ability of several peptides

| Peptide | % transmission |
|---|---|
| Glutamine | 42 |
| Glutathione | 48 |
| Asparagine | 100 |
| Glycylglycylglycine | 100 |
| Control (basal medium + water) | 100 |

All the peptides were sterilized by filtration through Seitz filter and added to assay tube to give a concentration of 5 mg. per m*l*. of medium.

### 3. ビタミン要求

KINDLER ら[2]は5株のE型菌についてそのビタミン要求を調べた結果，その中2株はビオチン，サイアミン，葉酸，ピリドキサミンの4種を，1株はパントテン酸，ニコチン酸の2種をそれぞれ要求したが，他の2株は 19 種のビタミンを添加しても発育せず，更にカゼインの酵素分解物を添加することにより初めて発育したと述べている。

著者らの本実験に供した菌株は前述の如く，窒素源としてペプタイドないし蛋白酵素分解物を要求する点 KINDLER らの用いた2株に栄養要求が類似している。よつて基礎培地として casamino acid を使用せず，ROBERTS & SNELL[4]の方法により作製したカゼインのトリプシン消化液を用いた。その結果は Table 8 に

**Table 8.** Vitamin requirements of *Cl. botulinum* type E
(+ : Vitamin added, − : no added.)

| Vitamin | | | | | | | | | % transmission after incubation period | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Strain, IWANAI | | Strain, TENNO | |
| Biotin | Thiamine | Folic acid | Pyridoxamine | Pyridoxine | Nicotin-amide | Nicotinic acid | *p*-Aminobenzoic acid | Ca-pantothenate | 24 h. | 48 h. | 24 h. | 48 h. |
| + | + | + | + | + | + | + | + | + | 39 | 49 | 64 | 53 |
| + | + | − | + | + | + | + | + | + | 100 | 100 | 100 | 100 |
| − | + | + | + | + | + | + | + | + | 100 | 100 | 100 | 100 |
| + | + | + | − | + | + | + | + | + | 74 | 47 | 63 | 54 |
| + | + | + | + | + | − | + | + | + | 50 | 54 | 61 | 55 |
| + | + | + | + | + | + | + | + | − | 96 | 83 | 80 | 55 |
| + | + | + | ± | − | − | − | − | + | 56 | 51 | 79 | 60 |
| + | + | + | ± | − | − | − | − | − | 92 | 90 | 90 | 75 |
| + | + | + | − | − | − | − | − | + | 66 | 56 | 70 | 65 |
| + | + | + | − | − | + | − | − | − | 92 | 93 | 92 | 59 |
| + | − | + | + | − | + | − | − | − | 81 | 87 | 92 | 60 |
| + | − | + | + | − | − | − | − | + | 70 | 75 | 90 | 55 |
| + | − | + | − | − | + | − | − | + | 60 | 69 | 80 | 60 |
| + | + | + | − | − | − | − | − | − | 91 | 90 | 89 | 73 |
| + | − | + | + | − | − | − | − | − | 87 | 92 | 96 | 89 |
| + | − | + | − | − | + | − | − | − | 93 | 93 | 96 | 89 |
| + | − | + | − | − | − | − | − | + | 60 | 66 | 85 | 60 |

Amounts of vitamin to be added (μg./15 m*l*.): Biotin: 0.01; thiamine-HCl: 50; folic acid: 0.2; pyridoxamine: 0.1; pyridoxine: 5; nicotinamide: 10; nicotinic acid: 10; *p*-aminobenzoic acid: 2; Ca-pantothenate: 10.

Basal medium (in double strength): Solution of trypsinized casein: 100 m*l*.; glucose: 1 g.; Na-thioglycollate: 0.5 g.; Seitz-filtered Na-bicarbonate: 10 mg.; salt A and B: 2 m*l*., and 0.2 m*l*., respectively; adjust to pH 7.2.

示す如くであつた。両者ともビオチンと葉酸は不可欠に要求され，パントテン酸は著しく発育促進的効果をボした。また葉酸はパラアミノ安息香酸によつて代用され得なかつた。これらのほかサイアミン及びピリドキサミンは不可欠ではないが十分な発育を得るため要求された。

## 考　　察

以上の実験結果を綜合すると，栄養要求の見地からE型菌は少くとも次の2点においてA型及びB型菌と区別される。

1. 発育のエネルギー源を糖に依存する。
2. 窒素源としてアミノ酸のほか未知のペプタイド様物質を要求する。

A型又はB型菌はいわゆる“Stickland reaction”[5]を行い，ある種のアミノ酸の分解によりエネルギーを獲得することが知られている。著者ら*がE型菌について該反応の有無を検したところ，全く行われないことを知つた。従つてE型菌はその発育のエネルギーを全く糖分解に依存しているものといえる。然しながらE型菌（B型菌でも）はリボ核酸及びその分解物中のリボース化合物を分解利用し得ることが判明したので，これらを含有する魚肉中では遊離糖の存在しない場合でも十分な発育を示すことは当然である。なお新鮮魚肉中に遊離の *d*-リボースがかなり存在することは最近 TARR[6] によつて明らかにされている。

次にE型菌はアミノ酸合成培地では未知のペプタイド様発育因子を要求する。このことに関連して，TARR & DEAS[7]は魚肉より細菌培地用ペプトン様物質を作製する際，ボツリヌスE型菌の発育に対しては酸分解法より酵素分解法による方が効果的であつたと述べている。

ある種の乳酸菌及び溶血性連鎖状球菌の発育因子として，“Strepogenin”が知られている。これは種々の蛋白質のトリプシン消化によつて生成する1種のペプタイド様物質とされている。ボツリヌスE型菌のペプタイド様発育因子が Strepogenin と同一であるかは目下のところ判明しないが，WOOLLEY[8]の指摘するように，グルタミンやグルタチオンの如き γ-glutamyl 結合を有するペプタイドが有効である点（但し，これらは加熱により不活性化する）において両者は類似性を示している。

## 結　　論

わが国において分離同定された *Cl. botulinum* type E（岩内・天王株）の栄養要求を調べて次の結果を得た。

1. E型菌は発育のエネルギー源を糖分解に依存する。
2. E型菌はリボ核酸及びその分解成分中のリボース化合物を分解利用し得る。
3. E型菌は未知のペプタイド様発育因子を要求する。
4. E型菌はビタミンとしてビオチン及び葉酸を不可欠に要求し，完全な発育にはその上更にパントテン酸，サイアミン，ピリドキサミンの3種を要求する。

## 文　　献


1) 安藤・井上：本誌，**23**，458 (1957).
2) H. KINDLER *et al.*: *J. Gen. Microb.*, **15**, 386 (1956).
3) 中村・飯田：北海道立衛生研究所報，特 5 (1956).
4) E. C. ROBERTS & E. E. SNELL: J. B. C., **163**, 499 (1946).
5) B. NISMAN: *Bact. Rev.*, **18**, 16 (1954).
6) H. L. A. TARR: *Nature*, **171**, 344 (1953).
7) H. L. A. TARR & C. P. DEAS: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **7**, 552 (1949).
8) D. W. WOOLLY: J. B. C., **172**, 71 (1947).


* 未発表

# 抄　　録

**赤潮の生化学及び関連せる海洋学的諸問題**　A. COLLIER: *Limnology and Oceanography*, **3**, 1, 33-39 (1958).　赤潮は種々の生物学的要因の綜合により発生し，その局地的濃縮には物理的要因(水理，気候)が主役を演ずる。本報ではフロリダ赤潮の原因プランクトン *Gymnodinium breve* の急増現象(Bloom)が生ずる時の生物学的要因を検討した。又栄養学的研究から天然海水中の有機的因子が重要である事が判り，生物学的に活性の有機化合物の存在やその作用型式を論じた。海水中の炭水化物測定法がのべられ，*Prorocentrum* sp, *G. breve*, *G. splendens* の無菌培養による炭水化物の生成を証明した。これらの有機化合物は *G. breve* の培養と連関して発生する Vitamin $B_{12}$ 生産細菌の基質として役立ち，海水を Conditioning して次の微生物の繁殖を容易ならしめる。*G. breve* は種々の地点よりとつたメキシコ湾水に種々に反応し，特に環境水中の Cu や $H_2S$ と関係がある。赤潮は環境に鋭敏であるが一度発生が始まると，斃死魚分解物より栄養分をとり更に増殖する。(浅野)

**魚類に及ぼす除草剤の毒作用**　H. J. BAUDT: *Zeitschr. f. Fischerei*, **6**, 121-125 (1957).　ドイツに於て有用植物の収穫の 10～20% は雑草のため減収となつており，又国内に全長 52500 km もある堀の除草に毎年 120 million マルクを費している。除草剤としては Natriumchlorat, Natriumtrichlorazetat などの totales Herbizid とハロゲン置換した phenoxyessigsäure 誘導体 (2,4-D, 2,4,5-T MCP) などの Selektine Herbizid に就いて除草の有効使用量や，魚類 (Barsch, Plötze, Zander) に毒性を示す最低値をしらべ，これらを 3 つのグループに分けている。第 1 グループは所定使用量では実際上無害のもので，Nata, Agrosan, W 6528, DP-fest, UT 10, TD-13, Spritz Hormit がこれに入る。第 2 グループは非常に浅い河，池では危険のあるもので (特に幼魚に) Ugex がこれに入る。第 3 グループは魚類への影響がある所では使用出来ないもので Tributon がこれに入る。除草剤を使用する時は本研究で魚類に対して毒性の少いことが判つた Agrosan, W 6528, DP-fest (これは Trichlorazetat 主剤) などを出来るだけ注意して慎重に使用すべきである。(浅野)

**南極洋産長須鯨の胃から見出された所属新種のツブマトオダイ Xenocyttus nemotoi**　Tokiharu ABE: *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* No. 12, 225～233 (1957).　1955 年 1 月 15 日捕獲の長須鯨の胃中から根本氏により採集された僅か 1 個体で，その標準体長は 140 mm。放射線写真による調査から全脊椎骨数は約 43，鰭式は D. VI 35, A. II 33, P. 21, V. I 5。固定前の体色は淡橙黄色で青色斑紋を有していた由。Formalin 固定後は青灰色若しくは淡紅灰色で瞳孔位の種々の大きさの暗青色斑紋が認められる。体壁は厚く，筋肉は白色で煮たイカの肉の様にかなり堅いが，外観上は脂気がある。体の各所が詳しく計測され標準体長の百分率で，体高は高く 74.3% の如くに示されている。腹部の左側に就き内部形態も調査され，生殖腺は未発達で小さいながらも♂と認められた。本種は一見アカマンボオ属 *Lampris* やヒイラギ属 *Leigonathus* 等に似ているが，一層マトオダイ類，特に *Allocyttus* や *Oreosoma* の種類に類似している。全脊椎骨数ではオオヒシマトオ属 *Grammicolepis* や *Neocyttus* には近似であるが，マトオダイ属 *Zeus*, *Cyttus* 並にヒシダイ科 *Caproidae* のものとはかなり相違している。その他腹鰭の軟条数等若干の形質に就き類似種との間に検討が加えられ，著者はここに新属新種を設け詳細に記載した。図版 2，(4 figs.)，文献 40 篇を附す。(妹尾)

**ペプトンの抗菌的作用と Cystine の分解に就て**　R. W. TRAXLER and C. E. LANKFORD: *Applied Microbiology*, **5**, 70-74 (1957).　或る種のペプトンは抗菌的性状を有するが，その原因に就て追求した。ペプトンの抗菌的活性は pyridoxal と金属とに触媒される反応によつてペプトン中の cyst(e)ine から生ずるコロイド S° に原因するものらしい。ペプトンの細菌に対する毒性が不都合な酸化還元電位或は CuS に原因しているという従来の示唆を支持出来ない実験結果が得られた。或る種のペプトンの毒性は cystine 含有量の小さいこと及び少量の Cu の存在とに関係のあることが見出された。Cu と pyridozal を含有する cystine 溶液を用いたモデル実験において *Bacillus globigii* に対する毒性の発生は pyruvate の生成によつて測定された cystine の分解度と平行的関係にあることが見出された。(堀江)

**細菌の cystine 同化及ぼす培地中の glucose と加熱滅菌の影響**　C. E. LANKFORD, J. M. RAYEL, and H. H. RAMSEY: *Applied Microbiology*, **5**, 65-69 (1957).　乳酸菌による cystine の利用性に影響する培地の滅菌条件に関して，過酸化水素処理ペプトン培地を用いて研究した。培地を高圧滅菌する際に glucose と培地の他の部分とを別々に滅菌した場合と，全部を一緒に滅菌した場合とを比較すると，後者においては cystine が大いに破壊され，その程度は滅菌の温度と時間及び培地の pH 等により著しく影響される。この cystine の変化の機構を実験的事実から考察すると，glucose の aldehyde 性分解物と cystine とが反応して不活性化されるものらしい。又上記の glucose を別にした滅菌法に於て更に培地の部分から cystine を別に

して，cystine のみを沪過滅菌した後加えると更に cystine の破壊程度は減少する。即ち cystine は glucose の共存がなくても培地中で加熱処理により若干の破壊を受けると考えられる。(堀江)

**食品の非酵素性褐変に関する研究—有機酸とアミノ酸による褐変反応のモデル実験** B. S. BHATIA, N. S. KAPUR, D. S. BHATIA and G. LAL: *Food Research*, **22**, 266-271 (1957). 食品の褐変現象の一つの原因として，有機酸とアミノ酸の反応がある。この反応について 11 種の有機酸と 20 種のアミノ酸を用いモデル実験を行つた。0.1 モルの有機酸と 0.1 モルのアミノ酸の両溶液を等量混合し(この際 pH を塩酸にて一定に調節しておく) 55±1° に貯蔵し，1, 5, 10 週間後に Beckman DU 分光々度計で 220～300 mμ の間の吸収の極大を求め，又 1, 6 週間後に螢光を，2, 5, 10 週間後に着色の強さをそれぞれ測定し，pH も測定した。有機酸—アミノ酸系において，シスチン—有機酸とシステイン—有機酸とは貯蔵中に 220～300 mμ の間に吸収の極大を与えないことから，シスチンの S-S，システインの SH 基が褐変反応を阻害する様な作用を有すると考えられるがメチオニンの S-$CH_3$ 基は阻害作用を示さない。ピルビン酸—アミノ酸系の内より 14 種のアミノ酸では吸収の極大を与えないが，トリプトファンとチロシンの場合には極大を与え，又マレイン酸—アミノ酸の場合には 16 種のアミノ酸が吸収の極大を与えないが，トリプトファン，チロシン，スレオニンの場合だけが極大を与えた。このことからトリプトファンのインドール核やチロシンのフェニール基が作用して反応を促進するものと思われる。このように有機酸—アミノ酸系においては，その吸収の極大が主として 275 mμ に存在するが糖-有機酸系と糖-アミノ酸系の反応生成物は 282 mμ にその吸収の極大を有することから，これら褐色を生ずる物質は別のものらしい。しかし有機酸—アミノ酸の反応生成物は 2:4 dinitrophenyl hydrazine sulphate と反応するから，やはりカルボニール化合物が関与しているものと思われる。(野中)

**アミノ酸の存在における糖液の褐変 I. pH 及び各種アミノ酸の影響** C. O. WILLITS, J. C. UNDERWOOD, H. G. LENTO, JR, and C. RICCIUTI: *Food Research*, **23**, 61-67 (1958). 種々の pH (3,5,6,7,8,9) においてグルコース (0.025 M) 及びアミノ酸 (0.125 M) の混液を封管中 114°C で 20 分加熱後 500 mμ の吸光値を測定し次の結果を得た。1. グルコースのみの溶液は pH 8 以上で着色する。2. アラニン，グルタミン酸を含む糖液はグルコースのみの対照と大差ない。3. リジンを加えた糖液では pH 6 でもすでに褐変し，7 以上になると着色は特に著しい。4. アルギニン及びヒスチジンはリジンの如き作用のないことから，リジンの影響はその塩基的性質に基づくものではない。

**II. リジン及びその同属体の影響** H. G. LENTO, JR, J. C. UNDERWOOD, and C. O. WILLITS: *ibid.*, 68-71. 上記の結果に基づきアミノ酸の如何なる構造が着色の原因となるかを調べるためリジンの各種同属体について第 1 報と同様 pH 8 において実験を行い次の結果を得た。1. C 数 4, 5 及び 6 のヂアミノ酸 (α 位及び末端) は何れもグルコースのみの対照より強く着色し，就中 C 6 個のリジンが最も強い。2. 末端のみにアミノ基を持つ C 2～6 のアミノ酸の中では C 4 個の γ-アミノ酪酸が最も強く着色を起し，C 数が減少又は増加するにつれて弱くなる。3. C 3～6 の α-アミノ酸による着色は C 数に関係ない。(佐伯誠)

**沈降分析によるタラ筋肉蛋白の研究** J. J. CONNELL: *Biochem. J.*, **69**, 5-12 (1958). 未硬着の極めて新鮮なタラ (cod) 肉を pH 6.5 又は 7.5，イオン強度 ($I$) 0.05～0.5，抽出時間 1 分～24 時間にわたる各種の条件で抽出し，抽出液について沈降分析 (超遠心分離)，電気泳動分析等を行つた。低 $I$ (0.2 以下) においては蛋白の種類により溶出性に差が示された。極く新しいタラ肉からは $I$=0.1, pH 7.5, 5 分間抽出によつて沈降恒数は ($S$) 30, 50～65, 80～90 $s$ の 3 成分がえられ，0.5 M KCl 溶液として ATP を加えると粘度の低下 (ATP-感度) を示したことから，ここにはアクトミオシン (AM) が溶出したと推定された。しかしこの蛋白は速かに不溶となり，又硬着後の肉からは抽出されなかつた。pH 6.5 でも pH 7.5 でも $I$=0.3 以上における抽出液では上記の如き沈降の速かな蛋白の中 $S$=25～30 $s$ の成分の他は認められなくなり，代りに単分散性の成分が多量に現われたが，その $S$ は 3.5～6.0 $s$ であつてウサギの L-ミオシン ($S$. 4～7 $s$) に対応し，ATP 感度は 0 に近く，アクチンとの結合能力を示したのでミオシン (M) であると考えられた。M を含む抽出液から $I$=0.05 で沈澱を集め沈降分析を行うと M に相当する成分の他にその 2 重体，3 重体と思われるものが認められた。即ち沈澱法によつて重合体を含まぬ M を分離することはできない。タラの M はウサギの M に比べ低 $I$ で抽出されることと不安定な点が特色であるらしい。(松本)

**結晶チトクローム c 調製法** B. HAGIHARA, I. SEKUZU, K. TAGAWA, M. YONEDA, and K. OKUNUKI: *Nature*, **181**, 1588-1589 (1958). 既報の方法を多少変改してハトの胸筋から結晶チトクローム c (以下 Cyt と略す) を高収量 (筋肉 1 kg から 100 mg) で得た。先ず筋肉を磨砕，0.5 N 酢酸を含む同量の 85% 飽和硫安溶液を加え 10°C で 48 時間抽出後，三塩化酢酸で抽出液の pH を 4.5 とすれば粗 Cyt が沈澱する。これを集めて溶解，透析後 Amberlite XE-64 に吸着せしめ 10% 飽和硫安溶液 (pH 9.0) で溶離し，これに硫安を総 Cyt の約 1/20 が沈澱する迄加えて不純物の大部分を除

く。沪液を XE-64 のカラムクロマトグラフィーに付し主分画を取出し3％以上に濃縮，アスコルビン酸で還元後既報の如く処理して Cyt を結晶化した。魚の心筋から Cyt を結晶化するに当つても本法は旧法より適している。なお在来動物の酸化型 Cyt の結晶は得られていなかつたが本法によつてハトの胸筋及びカツオの心筋からこれが得られた。併し一般に酸化型 Cyt は還元型のものより不安定で modification を受け易いので Cyt は還元型で結晶化することが望ましい。(橋本)

**低温における蛋白溶液のスペクトル的性質** S. FREED, J. H. TURNBULL, and W. SALMRE: *Nature*, **181**, 1731-1732 (1958). 極く低温では不可逆反応が可逆的になつたり又或種の物質の同定が容易となること等が知られているので，数種の蛋白を凍結しにくい2種の混合溶媒 [メチルヒドラジン 20 容量％ (以下同じ)，メチルアミン 40，トリメチルアミン 40；三弗化醋酸 20，メチルアミン 55，トリチメルアミン 25] に溶し液状 (−78°C) 及び透明固体状 (−196°C) での励起中及び励起直後の燐光乃至螢光スペクトルを調べた。その結果によるとスペクトルは蛋白，溶媒等によつて変り，燐光スペクトルは−196°C でのみ認められ特に残光で著しかつた。概してヒドラジンを含まない方が鋭いスペクトルが見られ，このことはトリプトファン，チロシン又はそれらを含有するペプチドについても同様であつた。リボヌクレアーゼ，インシュリン等トリプトファンを含まずチロシンを含むものにあつては後者による強い燐光及び螢光が見られた。有機溶媒中で水溶液中と異る燐光スペクトルを示すが再び水溶液に戻すとスペクトルも復元する蛋白の例があるが本研究に用いた溶媒の場合にはかかる回復が不可能であつた。(佐伯)

**カルニチンの定量法** S. FRIEDMAN: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **75**, 24-30 (1958). カルニチンをエステル化するとアルカリ性でブロム・フェノール・ブルーと complex を作るのでこれをエチレンジクロリッドとイソアミルアルコールの混合液で抽出し比色定量する。定量範囲は 0.03～0.18 μM. ベタインは定量を阻害しないが，コリンは予め IRC-50 で処理し除去する必要がある。定量法の概要は次の如くである。IRC-50 処理をした検液を 50 m*l* 容エレンマイヤーフラスコ中 80°C で蒸発乾涸し，これに純エタノール 10 m*l* と濃塩酸2滴を加え，ゆるく栓を施し振盪しつつ 80 °C で1時間加熱する。酸及びアルコールを溶去後 60％ 第2燐酸カリ溶液 1 m*l*，炭酸ソーダ 300 mg，30％第2燐酸カリ溶液に溶解した 75 mg％ブロム・フェノール・ブルー液 0.5 m*l* を加える。10 分後にイソアミルアルコール4％を含むエチレンジクロリッド 5 mμ を加え 10 分間強く振盪した後上層を分取し 602 mμ における吸光値を測定する。本法を馬の筋肉エキス及び尿の分析に適用した。(鴻巣)

**牧草中のトコフェロールの分離定量** N. A. WORKER: *J. Sci. Food Agric.*, **9**, 122-4 (1958). 従来，呈色反応によつて天然物中のトコフェロールを定量する際，クロロフィル，カロチノイド，ビタミンA，不飽和脂肪酸等が呈色を妨害するので，還元法やマグネシアによるクロマト等が推奨されているが，何れも手数がかかつたり，トコフェロールの再検率が不良であつた。そこで著者は非常に多数検体の牧草中のトコフェロールを定量するのに，上記のマグネシア・クロマトを応用するとともにアルミナ・クロマト法を組合せて用いることを考案した。これによれば簡単でしかも定量的にトコフェロールを分離定量することが出来る。即ち，牧草の冷アセトン抽出物を用い，第1のマグネシア・クロマトでクロロフィルとキサントフィルを除き第2のアルミナクロマトでカロチンを除く。得られたトコフェロールを Emmerie-Engel 反応を用いて呈色させ 520 mμ の最大吸収値により定量する。アセトン抽出物から別にクロロフィル，キサントフィル，カロチンを各々定量することも出来る。又，この方法を用いて動物組織，血液，ミルク中の脂質等の中のトコフェロールを定量することも出来る。この場合は，試料を不鹸化物にしてからアルミナ・クロマトにかけカロチンをトコフェロール及びビタミンAから分離する。ビタミンAの存在は呈色反応の妨げにはならない。(山川)

**脂肪属アミンの沪紙電気泳動による分離** E. J. HERBST, D. L. KEISTER, and R. H. WEAVER: *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **75**, 178-185 (1958). 或る種の菌 (*Hemophilus sp.*) の成長因子である putescine (以下Pと略す)，spermine (S)，spermidine (SD) 等を主とするアミン類の沪紙電気泳動による分離を試みたところ，緩衝液として 0.05 M スルホサリチル酸 (pH 4.0) または 0.03 M クエン酸 (pH 6.5) を用いる時良好な結果を収めた (泳動後の発色はニンヒドリンによる)。但しスルホサリチル酸を用いる場合モノアミン，ジアミン，ポリアミンの各群において個々のアミンが良く分離されたが，これらの群の混合液では良い結果が得られなかつた。一方クエン酸を用いる場合は P，S，SD 等の混合液からも各アミンの分離は良好であつた。なお組織抽出液に本法を適用する時は，抽出液中のアミンを予め水蒸気蒸溜によつて分離しておく必要があるが，適当な溶媒を使用すれば沪紙クロマトグラフィーによつて抽出液のまま P，S，SD 等を分離しうることも判つた。(佐伯)

**水溶性ビタミン飼料によるサケの飼育** J. E. HALVER: *J. Nutrition* **62**, 225 (1957). マスノスケに適当な飼料を与え，各種水溶性ビタミンの影響を試験した。すなわち，ある2群のサケ稚魚には牛肝臓飼料を与え，他の2群にはビタミン試験飼料を与え，毎日の死亡数および飼料摂取量ならびに半月ごとに体重を測定して 18 週間飼育した。その結

果，体重増加は肝臓区の方がややすぐれていたが，飼料摂取量と死亡率において両者に大差がなかつた。つぎに稚魚にビタミンをしばらく与えないで体内の貯蔵を減少させてから，おのおののビタミン欠乏実験を行つた。$B_1$ 欠乏では食欲減退，筋萎縮など，$B_2$ 欠乏では角膜の血管化，水晶体の混濁など，$B_6$ 欠乏ではテンカン性発作，神経症など，パントテン酸欠乏ではエラの棒状化，虚脱など，イノシトール欠乏では成長不良，胃の拡張など，ビオチン欠乏では食欲不振，結腸傷害など，葉酸欠乏では成長減退，貧血など，コリン欠乏では成長減退，消化不良などがあらわれた。p-アミノ安息香酸，アスコルビン酸欠乏では何等欠乏症状がおこらなかつた。ニコチン酸欠乏では食欲不振，結腸傷害など，$B_{12}$ 欠乏では食欲減退，ヘモグロビンおよび赤血球数の異状などが認められるものもあつたが一般的ではなかつた。又，$B_2$，パントテン酸のほかは欠乏したビタミンを補給すると多くの場合欠乏症状は速かに回復した。(山川)

**ナマコ骨片の化学分析**　J. S. HAMPTON: *Nature*, **181**, 1608-1609 (1958)．ナマコの表皮層には無数の小骨片が存在するが，その構成成分については凡て炭酸カルシウムであろうとされて来たのみで化学分析は殆んど行われていない。そこで熱帯産のナマコ *Holothuria impatiens* の骨片の分析をした．即ちナマコを過酸化水素と苛性ソーダとで処理，残渣を蒸溜水でよく洗い乾燥後，混在物を篩で除去した。かくして得た骨片を常法により分析した結果，Ca (35.18%)，Mg (3.36%)，炭酸基 (60.80%)，燐酸基 (0.29%) が見出され，且陰陽各イオンの総計は略々当量の関係にあつた。由来暖海では海産動物の殻の Ca 含量の一部が Mg で取代えられる傾向があるとされ，ヒトデ類でもこの事実が証明されているがナマコも例外でないことが判つた。又これに関連して分類学的意義をもつものとされてきた骨片の光学軸の位置の個体による相異は一部 Mg 含量の差に基くものであり，分類学的というよりは寧ろ生態学的意義を持つものであろう。(橋本)

**板鰓類における尿素の生成機構**　E. BALDWIN: *Nature*, **181**, 1591-1592 (1958)．哺乳類の尿素生成反応は次の如き過程を経るものと考えられているが，多量の尿素を含む板鰓類では未だその生成機構が明らかにされていない。

(1) $CO_2+NH_3 \xrightarrow[\text{carbamylglutamate}]{\text{ATP, } Mg^{++}} \rightarrow$ carbamylphosphate

(2) carbamyphosphate + ornithine → citrulline

(3) citrulline + aspartate → argininosuccinate

(4) argininosuccinate → arginine

(5) arginine → ornithine + urea

そこで数種の板鰓類より調製した肝臓アセトン粉末を用い，GRISOLIA 及び RATNER がネズミの肝臓について行つた方法 (Methods in Enzymology) に基づき 2，3 の実験を行つた。なを反応 1 及び 3 では ATP を必要とするが，ATP はまたこれらの反応に関与する酵素の作用を阻害するので極く少量に止め，グリセリン燐酸及び筋肉から調製した解糖酵素を加えることにより補つた。先ずアルギナーゼ，グリセリン燐酸，解糖酵素，ATP，$Mg^{++}$，アセトン粉末抽出物の存在でチトルリンとアスパラギン酸を反応せしめた処，何れも尿素の生成を見 (反応 3，4，5)，$Mg^{++}$，燐酸塩，アセトン粉末抽出物の存在でカルバミル燐酸とオルニチンを反応せしめるとチトルリンが生成する (反応 2)。しかしながら反応 1 及び 2 に必要と思われる，$CO_2$，$NH_3$，$Mg^{++}$，ATP，グリセリン燐酸，解糖酵素，カルバミルグルタミン酸 (又はアセチルグルタミン酸) 及びオルニチン等からはチトルリンを生成せず，種々条件を変えて試みたが何れも成功しなかつた。これらの結果より見て板鰓類肝臓におけるカルバミル燐酸の生成はネズミの場合と異る方法によるものとも考えられるが，現在酵素調製法の検討を含めてこれらの点に関し研究中である。なお反応 3～5 においてアルギナーゼを除いても対照と同量の尿素を生成することは注目に値する。(鴻巣)

# 雑　　録

## ○関東在住役員会

1. 開催日　昭和 33 年 11 月 7 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　田内会長，外 21 名
4. 議　事

a. 文部省科学研究費等分科審議会委員候補者の件

今般現臨時委員松浦文雄氏が病気静養中のため辞意を表明されたので，これを諒承すると共に，下記要領で代替委員を評議員の書簡投票により選出することに決定した。

記

1.「化学」部門より東京及び地方各 1 名宛選出する。

（註）来年度委員旅費が支給されるや否や，文部省方針が現在のところ未定であるため，とりあえず東京及び地方より各 1 名宛選出して文部省通告をまつ。

2. 委員候補者（敬称略）

東京：小野豊樹・岡田郁之助・橋本芳郎

地方：村田喜一・谷川英一・土屋靖彦・三宅正人・立野新光・清水亘・木俣正夫・松本文夫・富山哲夫・富安行雄

（註）以上候補者はかつての協力委員より選定。

b. 昭和 34 年度年会の件

上記の件につき大会委員長松江吉行氏より，昭和 34 年 4 月 1，2，3 日に開催致したき旨報告があり，緊急に会誌に公告することにした。

c. 大河内記念賞の件

各支部の推薦による下記 2 件を学会より推挙することにした。

1.「分別凝固並びに低温煮熟法による蟹缶詰の青変防止に関する研究」小坂部　勇氏

2.「平頭鋲に関する研究」平田森三氏

d. 渉外理事の件

現渉外理事野中順三九氏が公務多忙のため辞意を表明されたのでこれを諒承し，高木和徳氏（東水大）に依頼することにし，各評議員に諒承を求めることに決定した。

e. 入会承認　個人 7 名

5. 報　告

1. 原子力関係シンポジウム打合せ会（11 月 29 日，出席者：山田金次郎氏）の報告にもとづき，来年開かれる原子力関係シンポジウムの関係各学会の事務分担について事務局より報告された。（水産学会は関係なし）

2. 海洋総合研究所の件につき，海洋学研究連絡委員会委員栗田晋氏より報告が行われた。（新しい変化なし）

## ○漁業資源関係シンポジウム

かねて会告の，北太平洋漁業会議に出席のため来日の米加学者を招待のもとに開催せられた漁業資源関係シンポジウムは，下記の日程により盛会裡に終了した。

1. a. 議　題　Oceanography of the Northern North Pacific and Adjacent Seas.

b. 開催日　10 月 29 日

c. 場　所　東京水産大学練習船海鷹丸
d. 司　会　熊凝武晴氏
e. 出席者　外国側　5名，学会側　田内会長，海洋学会日高会長，外 26 名

2. a. 議　題　Population Dynamics
b. 開催日　11 月 4 日
c. 場　所　東京大学農学部教授会室
d. 司　会　栗田　晋氏
e. 出席者　外国側　12 名，学会側　田内会長，外 27 名

3. a. 議　題　Biology.
b. 開催日　11 月 6 日
c. 場　所　東海区水産研究所会議室
d. 司　会　檜山義夫氏
e. 出席者　外国側　2名，学会側　田内会長，外 26 名

4. a. 議　題　Biology.
b. 開催日　11 月 10 日
c. 場　所　東海区水産研究所会議室
d. 司　会　久保伊津男氏
e. 出席者　学会側　田内会長，外 26 名，外国側は本会議終了日及び帰国のため出席不能。

## ○昭和 33 年度日本水産学会秋季大会　33 年 10 月 12 日～15 日
## 於. 新潟大学理学部　(* スライド使用)

北洋の水塊……小藤英登（北大水）
オホーツク海の海況・漁況について……前田辰昭・秋葉芳雄・三島靖吉・°上野元一（北大水）
ニーリング海の濁度について……°井上直一・西沢敏（北大水）
海洋観測のロボット化に関する研究（第1報）
……佐々木忠義（科研・東水大）・渡辺精一・大柴五八郎・岡見登（科研）
日出・日没時の水中における昼光の角度分布について
……佐々木忠義（科研・東水大）・渡辺精一・大柴五八郎・岡見登（科研）
長時間採水測温器について—Ⅰ．採水量と時間との制御……黒木敏郎（鹿大水）
ガザミ幼生に及ぼす水質の影響……八塚剛（高知大宇佐臨実）
一海産鞭毛虫の培養について……税所俊郎（鹿大水）
松島湾の藻場生物……°谷田専治・堀田秀之・佐藤重勝・小達繁（東北水研）
*江ノ島近海の流れ藻につく稚仔魚……広崎芳次（江ノ島水族館）
対馬暖流水域におけるシイラ稚魚の出現分布……深滝弘（日水研）
表層海洋条件からみた九州近海のサバ・アジ補充について—Ⅰ．
……°辻田時美・近藤正人（西海水研）
Ruth 台風と漁況……下村敏正（日水研）
珪藻プランクトンによる水塊の指標性と量の問題……上野福三（三重大水）
ニシン稚魚の摂餌習性に関する二，三の実験……倉田博（北水研）
プランクトンネットの濾水率に関する実験……°伊東祐方・西村三郎（日水研）
養鰻池におけるディプテレックス撒布について……笠原正五郎（東大農水実）
糠平人造湖の陸封マス……°岡田彌・井上聰（北大農）
魚類の正常血糖量に関する研究……°森田祥・末広恭雄（東大農）

ナマコ消化管の季節的消長について……大島泰雄・°崔　相（東大農）
*東部太平洋より獲たる *Lepeophtheirus* について……椎野季雄（三重大水）
内湾底土面における窒素量変動の定量的解析—Ⅰ.……奥田泰造（東北水研）
内湾底土面における窒素量変動の定量的解析—Ⅱ.……奥田泰造（東北水研）
養鰻池水の濾過順環の試み……中村中六（東大水実）
*小型循環濾過式飼育水槽について……橋本芳郎・°岡市友利・高橋耿之介（東大農）
養魚池浮泥の $NH_4$ ion とタマミジンコ冬卵の眠りについて……村上　豊（広大水畜）
異常渇水による利根川下流域の異常現象について……石野　誠（東水大）
道南太平洋におけるホッコクアカエビについて……°林　清・飯田尚雄・相馬　仁（北水試）
昭和 32 年夏，筏による日本海の漂流調査結果についての二，三の知見……下村敏正（日水研）
スルメイカの繁殖生態……°浜部基次・清水虎雄（日水研）
日本海産スルメイカの性比……加藤源治（日水研）
魚類の耳石における Ca の沈着について—Ⅳ. 餌料の影響……入江隆明（広大水畜）
日本海のカタクチイワシの成長について……渡辺和春（日水研）
アユの摂餌について……大島泰雄・°石田力三（東大農）
餌料の量及び質がコイ科稚魚の生長・生残に及ぼす影響について……千葉健治（淡水研）
ハマチの成長に及ぼす粉砕魚肉餌料給与と切断魚肉餌料給与の相違について
……原田輝雄（近大農）
キダイの年令について……°相川広秋・三尾真一（九大農）
*北太平洋における鮭種族の識別に関する研究……佐藤隆平（東北大農）
サンマの夏生れ群と冬生れ群……安田秀明（東水大）
日本海におけるスケトウダラの洄游生態……°尾形哲男・大内明（日水研）
再生産曲線のあてはめの問題……田中昌一（東海水研）
キダイの銘柄別資源量指数……田中昌一（東海水研）
昭和 32 年度北洋鮭鱒漁獲統計について……吉原友吉（東水大）
*カリホルニア・サージンの自然減耗率と利用度の変化……山中一郎（日水研）
日本海における捕鯨……°西脇昌治・大隅清治（鯨研）
鯨肉の白体について……水江一弘（長崎大水）
ニシンの卵形成とその季節的変化……山本喜一郎（北大水）
漁網の網類に関する模型法則について……川上太左英（京大農）
網糸の衝撃試験……°近藤　仁・鈴木誠（東水大）
合成繊維網糸相互間の摩擦について……深沢文雄（水講）
網地の結節について……近藤　仁・°鈴木誠（東水大）
旋網漁業における揚り網について……本多勝司（東水大）
長崎県における 1 そうまき巾着網漁業の漁獲性能……井上　実（東水大）
カツオ・マグロまき網漁業に関する二，三の考察……井上　実（東水大）
マグロ延縄漁具の鉢別漁獲差について……平山信夫（東水大）
北洋鮭鱒流刺網の罹網に関する研究—Ⅰ.
網目の大きさ，糸の太さが罹網に及ぼす影響について……小池　篤（東水大）
流れ藻の海藻学的研究—X. 津屋崎近海流れ藻の昭和 33 年度調査
……瀬川宗吉・°沢田武男・檜垣正浩・吉田忠生（九大農）
流れ藻の海藻学的研究—XI. 山陰沖，その他海域の流れ藻について
……瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩・°吉田忠生（九大農）・千田哲資（鳥取水試）

富山湾沿岸の海藻群落 ……谷口森俊（三重大水）
山陰，諸寄湾及び香住湾の海藻群落 ……谷口森俊（三重大水）
水中に存在する尿素の定量 ……°川崎典子・長倉克男（東北水研）
アコヤガイの濾過水量について ……田中啓陽（三重水高）
単細胞藻類による有機性廃液の浄化について ……松江吉行・°田端健二（東大農）
火薬工場廃水の生物に及ぼす影響 ……富山哲夫・°小林邦男（九大農）
*クローム塩の魚類に及ぼす作用 ……日比谷京（東大農）
*アユの腹動脈内に見られた腎組織その他について ……°本間義治・白井馨（新大理）
魚の血液ガス含量と環境水の酸素分圧の関係—Ⅱ．……板沢靖男（名大農）
条件反射法による魚類の睡眠の測定 ……°内橋潔・本田厚子（日水研）
魚の棲むに適した明るさに関する一考察 ……田村保（名大農）
アコヤガイ及びイケチョウガイの生化学的研究—X．
貝の各組織における有機酸の種類と含量 ……堀口吉重（三重大水）
アコヤガイ及びイケチョウガイの生化学的研究—XI．
貝の Ca 代謝に及ぼす有機酸の影響 ……堀口吉重（三重大水）
スルメイカ内臓の生化学的研究　無機成分について ……高橋喬（水講）
*スケトウダラ心臓脂質—Ⅰ．
スケトウダラ心臓アセトン可溶性脂質 ……°座間宏一・五十嵐久尚（北大水）
*水産動物燐脂質に関する研究—XX．スケトウダラ心臓脂質—Ⅱ．
スケトウダラ心臓燐脂質 ……°座間宏一・五十嵐久尚（北大水）
*カツオ肉の脂肪含量と心臓の表面にあらわれる脂肪組織量との関係 ……高橋豊雄（東海水研）
*魚体脂質の代謝に関する研究—Ⅳ．……°小野豊樹・永山文男（東水大）
*水産動物燐脂質に関する研究—XXI．
マグロ筋肉のスフィンゴ脂質について ……五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男（北大水）
*水産動物卵の生化学的研究—Ⅰ．
数種水産動物卵の一般成分について ……須山三千三（東水大）
*水産動物卵の生化学的研究—Ⅱ．
数種水産動物卵の蛋白のアミノ酸組成について ……須山三千三（東水大）
イカの卵殻内液について ……龔禎康（神戸大教）
鮮度保持に関する研究—X．……°山本常治・野口栄三郎（日水研）
ヒノキチオールの魚体内自然減耗について ……野口栄三郎・°山添健一（日水研）
氷中のクロルテトラサイクリンの簡易定量法 ……富山哲夫・°米康夫（九大農）
クロルテトラサイクリン処理による鮮度保持の機構 ……°富山哲夫・米康夫（九大農）
鮭に浸透したクロルテトラサイクリン量及び塩蔵並びに加熱後の変化
……°富山哲夫・米康夫・小林邦男（九大農）
水産物の冷蔵に関する研究—Ⅰ．肉の状態による変化の差異 ……清水潮・°清水亘（京大農）
真空包装に関する研究—Ⅱ．……秋場進・山口恒・°久保和子（日本真空包装KK研究所）
*水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅶ．イオン交換樹脂（XE-64）によるサゥリンの分離及び性状
……河端俊治・鈴木茂・中村友光子（国立予衛研）
*水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅷ．*P. morganii* のヒスタミン形成の特異性
……°河端俊治・鈴木茂・中村友光子（国立予衛研）
魚油から Quaternary ammonium 塩の製造並びにその抗菌作用
……°豊水正道・榎本則行・富安行雄（九大農）

腸球菌に関する研究—V．腸球菌の抗生物質に対する抵抗性 ……堀　江　　進（東 水 大）
腸球菌に関する研究—VI．腸球菌の色素類その他の制菌剤に対する抵抗性 ‥堀　江　　進（東 水 大）
*ボッリヌスE型菌に関する研究—I．各種培地における増殖並びに毒素産生能の比較について
……坂井　稔・°木村喬久（北 大 水）
*Marine Bacteria に関する研究—I．……坂井　稔・木村喬久・田熊　勉（北 大 水）
*食品の放射線殺菌に関する基礎学的研究—I．……門田　元・°三好英夫・柴田　弘（京大食糧科研）
食品の放射線殺菌に関する基礎学的研究—II．……門田　元・°三好英夫・柴田　弘（京大食糧科研）
γ 線の食品成分に及ぼす影響，葉酸の γ 線照射による変化—II．
……岡田郁之助・°平野敏行・菊地武昭（東 水 大）
アルギン酸並びに他の多糖類に及ぼす γ 線の影響（予報）
……岡田郁之助・°平野敏行・菊地武昭（東 水 大）
水産ねり製品の足の補強剤として各種りん酸塩の利用研究—I．
魚肉ソーセージに対するりん酸塩混合物添加の効果 ……大城善太郎・出口重遠（鹿 大 水）
燻製品に関する研究—VII．水質について（その2）……°三宅正人・野田宏行（三重大水）
魚肉ソーセージに関する研究—VIII．魚肉ソーセージの NO-heme の
褪色とケーシングの物理化学的性質について……°清水　亘・上野三郎（京 大 農）
かまぼこにおける蛋白・油・水系の研究—IV．魚肉の乳化効力……°池内常郎・清水　亘（京 大 農）
水産動物の色素に関する研究—VII．海産魚皮のカロチノイド（その2）‥西堀幸吉（ノートルダム清心女大）
まぐろ肉のアルコールエキスのペーパークロマトグラムにおける
ニンヒドリンによる黄色スポットについて—II．……°藤巻正生・荒川信彦（東 大 農）
水産物中におけるビタミン $B_6$ に関する研究—XI．製造方法と $B_6$ 含量 ‥‥林　孝　市　郎（三重大水）
海水のビタミン $B_{12}$ に関する研究—VI．池田湖並びに甲突川の $B_{12}$ について
……柏田研一・°柿本大壱・金沢昭夫（鹿 大 水）
海人草のカイニン酸代謝に関する研究—I．……°柿本大壱・藤野清也（鹿 大 水）
アサクサノリ蛋白のアミノ酸組成について……村田喜一・°高木光造・栗山光央（北 大 水）
紅藻のエキス成分のアミノ酸組成について……村田喜一・高木光造・°栗山光央（北 大 水）
紅藻ツノマタより Citrulline の分離について……村田喜一・高木光造・栗山光央（北 大 水）
鯉肉 SH 基の消長に関する研究……°佃　信夫・野口栄三郎（日 水 研）
イカ肉の水溶性蛋白M—アクトミオシンの電気泳動的研究…… 松 本 重 一 郎（東海水研）
魚肉蛋白質の特性に関する研究—II．熱変性の様相から見た魚肉蛋白質について
……大 城 善 太 郎（鹿 大 水）
*魚類筋肉蛋白の組成……°志水　寛・清水　亘（京 大 農）
水産動物肉蛋白に関するポーラログラフ的研究—種類差及び部位差—II．
……°菊地武昭・平野敏行・岡田郁之助（東 水 大）
柔魚筋繊維より分離した2種の結晶蛋白質について—I．分離法及び二，三の性質
……吉村克二・°久保周一郎（北 大 水）
柔魚筋繊維より分離した2種の結晶蛋白質について—II．アミノ酸組成
……吉村克二・°久保周一郎（北 大 水）
サンマ肉のエキス分について—エキス中にみられるアミノ酸 ……梅　本　　滋（東北水研）
水産動物筋肉中の有機燐酸化合物に関する研究—XIII．貝類筋肉中の核酸成分変化について
……°斎藤恒行・新井健一・松吉　実（北 大 水）
*魚類筋肉の解糖作用に関する研究—II．スズキ筋肉のフォスフォリラーゼ
……°永山文男・小野豊樹（東 水 大）

*魚肉の還元糖定量法について……°永山文男・小野豊樹（東 水 大）
*水産動物筋肉の酵素化学的研究—Ⅰ．鯉肉アルドラーゼの性質について
……吉村克二・°柴田 猛（北 大 水）
Pad によるプロテアーゼ作用力の簡単な定量法……°藤井 実・富田輝雄（水 講）
魚類幽門垂プロテアーゼの利用に関する研究
該酵素による蛋白強化食の栄養価について……°藤井 実・小松次郎（水 講）
いたにぐさ（*Ahnfeltia plicata*）より寒天の新製造法に関する研究—Ⅰ．
……°小島良夫・福島保明（水 講）
*昆布の品質—Ⅴ．マコンブの品質と地質・水質学的環境との関係
……°大石圭一・田村祐子・金井英治・柴田一郎・和田幸子・木村喬久（北 大 水）
*カツオ節製造中のエキス成分の変化（予報）…… 鴻巣章二・前田安彦・香取進一・°橋本芳郎（東 大 農）
*鰹節のイノシン酸含量について……藤田孝夫・°橋本芳郎（東 大 農）
*カツオブシの品質—Ⅵ．品質とアミノ酸組成との関係の再検討
……田村祐子・°大石圭一・村田喜一（北 大 水）
鮪缶詰の香の判定に関する研究……°新村大三郎・大沼豊吉（日本缶詰検査協会・東京食品ＫＫ）
タラバガニ缶詰肉の褐変現象に関する研究—Ⅲ．タラバガニ生鮮原料の貯蔵法と
製品の褐変度との関係……°長沢善雄・谷川英一（北 大 水）
タラバガニ缶詰肉の褐変現象に関する研究—Ⅳ．煮熟工程と製品の褐変度との関係
……°長沢善雄・谷川英一（北 大 水）
タラバガニ缶詰製造に関する研究—Ⅴ．高温煮熟と低温煮熟について（その１）
……°谷川英一・長沢善雄（北 大 水）
タラバガニ缶詰製造に関する研究—Ⅵ．高温煮熟と低温煮熟について（その２）
……°谷川英一・長沢善雄（北 大 水）

## ○漁場形成に関するシンポジウム

1. **日 時** 昭和 33 年 10 月 14 日 09.00～12.00
2. **場 所** 新潟県漁業協同組合ホール
3. **司会者** 下村敏正（日水研）
4. **話題提供者** 木村喜之助（東北水研）
5. **出席者** 田内森三郎（会長），相川広秋（九大），松江吉行（東大），目比谷京（東大），金森政治（鹿大），黒木敏郎（鹿大），西脇昌治（鯨研），石野 誠（水大），井上直一（北大），苅部治紀（新潟水試），松井甲一（真珠研），斎藤 譲（能生水高），辻田時美（西水研），田中昌一（東海水研），吉川明夫（大洋漁業），田向康三郎（大洋漁業），内橋 潔，浜部基次，宮田和夫，町中 茂，長沼光亮，加藤源治，山中一郎，伊東祐方，尾形哲男，深滝 弘（以上日水研）等 60 余名。
6. **内 容** まず木村喜之助氏から黒潮前線海域における漁場形成機構についての発表があり，次いで宮田和夫氏は入道崎正西線における対馬暖流々量と青森県西岸大間マイワシ漁の豊凶との関係について述べ各方面からの活発な討議が行われた。辻田時美氏からは東海漁場と海況についての発表があり，最後に下村敏正氏は近年における対馬暖流の変化を述べ，過去９年間の漁況予報調査結果から日本海漁場の形成，豊凶について発表した。

このシンポジウムは稀に見る程の活潑さであり，むしろ時間の不足を嘆ずる有様で非常に有意義な会合であつた。

## ○水産動物蛋白に関するシンポジウム

1. 日　時　10 月 14 日　09.00～12.00
2. 場　所　新潟大学理学部化学教室
3. 司　会　右田正男（東水研），野口栄三郎（日水研）
4. 出席者　森　高次郎副会長を始め約 60 名
5. 演題及び講演者
   1. 水産動物肉蛋白の組成と分離　久保周一郎（北　大）
   2. 筋原センイの物理化学的（及び生化学的）性質　松本重一郎（東水研）
   3. 水産動物の硬蛋白　土屋　靖彦（東北大）
   4. 水産動物の色素蛋白　松浦文雄（東大）．代演　橋本芳郎（東大）
   5. ねり製品加工における肉蛋白の諸問題　志水　寛（京　大）
   6. 冷凍・乾燥・塩蔵加工における肉蛋白の諸問題　高橋　豊雄（東水研）
6. 内　容　テキストに従つて各演者から講演があり，活潑な意見の交換が行われ，盛会であつたが，時間に比較して演題が多すぎたため，充分に討議をほり下げる事は出来なかつた。然し全員終始熱心に有意義に終了した。

## ○定置網シンポジウム

1. 日　時　昭和 33 年 10 月 15 日　09.00～12.00
2. 場　所　佐渡両津市
3. 司会者　川上太左英（京大）
4. 話題提供者　内橋　潔（日水研）
5. 出席者　田内森三郎（会長），木村喜之助（東北水研），金森政治（鹿大），黒木敏郎（鹿大），井上直一（北大），久保伊津男（東水大），吉原友吉（東水大），中村中六（東大水実），西脇昌治（鯨研），岡田郁之助（東水大），本多勝司（東水大），安田秀明（東水大），笠原昭五郎（東大），原田輝雄（近大農），吉川明夫（大洋漁業），下村敏正（日水研），永田俊一（日水研），他に当業者約 60 名。
6. 内　容　ブリの廻游，生態，資源量，年齢について
   合成繊維使用状況について

## ○プランクトン研究連絡会

1. 日　時　10 月 12 日　15.00～17.00
2. 場　所　新潟大学理学部生物学教室
3. 司会者　辻田　時美（西水研）
4. 話題提供者　小牧　勇蔵（東大）
5. 出席者　相川広秋（九大），松江吉行（東大），辻田時美（西水研），古川　厚（内水研），下村敏正（日水研），上野福三（三重大），小牧勇蔵（東大），税所得郎（鹿大），深滝　弘（日水研）
6. 内　容　会員に対して行つたアンケート『プランクトン研究は今後如何にして発展させるべきか』の結果が話題として提供され，自由討議を行い一応の結論が出された。討議内容の詳細は「日本プランクトン研究連絡会報，No. 6」に掲載する予定である。

## ○昭和 33 年度日本水産学会九州支部大会 33 年 11 月 8 日～6 日 於．鹿児島大学水産学部，宮崎県養魚場

クロチョウ貝の産卵期について……永　山・小　松（鹿水試）

マベの人工受精と発生について……………………………和田(鹿大水)・°新村・豊田・光塚（鹿 水 試）
奄美大島，大島海峡のシロチョウガイ………………………………°和田・新村・光塚（鹿 大 水）
マガキとケガキの交雑受精……………………………………………°和　田　清　治（鹿 大 水）
福岡湾におけるアカガイ *Auadara* (*S*) *broughtonü* (*Schrench*) の産卵と成長について
………平　松　達　男（福 水 試）
カツオえさ蓄養網の曳航実験について…………奈良迫・黒木(鹿大水)・°肥後・徳留・塩田（鹿 水 試）
積分採水測温器—II．測温自記の新方式について …………………………黒　木　敏　郎（鹿 大 水）
五島灘近海におけるカツオの漁場構成について …………………………盛　田　友　弌（鹿 大 水）
日食時の鯖延縄漁況変動について ………………………………………田 ノ 上 豊 隆（鹿 大 水）
東支那海区のサバ漁業に対する一考察 …………………°江波澄雄（鹿大水）・相川広秋（九 大 水）
Euterpia awtifrons (Dana) の変態について ……………………………古　賀　文　洋（九 大 水）
カタクチイワシの資源生物学的研究——鱗の第一標示大きさ——……°竹下貢二・相川広秋（九 大 水）
メジナ (*Girella punctata Gray*) の年令と成長について ……………塩川　司（九大，天草実験所）
東支那海域に来遊するマカジキについて ………………………………古　川　一　郎（宮 大 水）
有明海のタチウオの漁獲量と月令との関係について ……………………塚　原　　博（九 大 水）
チノリモの化学成分に関する研究—I．一般成分及びビタミン類について
………柿本大壱・°金沢昭夫（鹿 大 水）
海藻類のビタミンに関する研究—III．ビオチンについて………………°金沢・柿本・柏田（鹿 大 水）
海藻類のビタミンに関する研究—IV．ビタミン $B_{12}$ について…………柏田研一・°金沢昭夫（鹿 大 水）
1958 年における西部北赤道海流域とバショウカジキ腎臓の放射能について—I．
………高田・斎藤・°鮫島・辺見（鹿 大 水）
魚類血液の生化学的研究—XIII．血清蛋白質の組成にみられる特性とメタクロマジー現象
………斎　藤　　要（鹿 大 水）
魚肉ソーセージの細菌学的研究—I．製造工場内の細菌分布…………白石良雄・°上田忠男（鹿 水 試）
魚肉ソーセージの細菌学的研究—II．製品から分離された細菌について
………別府義輝・°上田忠男（鹿 水 試）
滴下法による魚肝カタラーゼの活性度測定…………………………福田博業・°黒木　暘（宮 大 水）
防腐剤に影響を与える魚体成分に関する研究—IV．鮹及びマアナゴ粘質物の組成について
………富安・°榎本・長尾（九 大 水）
水産物組織中のオキシテトラサイクリン及びテトラサイクリンの簡易 Bioassay 法
………富山哲夫・°大山重信（九 大 水）
毒物死によるコイの解剖所見について…………………………弟子丸・°山口・九万田（鹿 水 試）
工場廃水に因ると思われる魚類斃死体の病理解剖学的所見特に消化器系臓器について
………髙　田　幸　二（鹿 大 水）
オキヒイラギの発光細菌に関する研究—III．アミノ酸の変化 ……………末　広　澄　夫（九 大 [illegible]
アコヤガイの挿核手術後の斃死及び泌み珠形成の一原因について—I．…銭谷武平・谷口春敏（長 大 [illegible]

## ○昭和 33 年度日本水産学会北海道支部大会 33 年 11 月 28 日
## 於．北海道立水産試験場

ホタテガイの附着期仔貝の生態に関する二，三の知見 …………………和　久　井　卓　哉（[illegible]
鮭鱒稚魚標識放流試験　鮭標識魚の再捕結果(昭和 32 年度)‥°坂野栄市・三浦　巖（[illegible]
ウバガイ浮游幼生の飼育による成長についての観察（予報）………………林　　忠　彦（北 水 試）

北洋でとられた狆頭のベニサケ ……佐　野　　蘊（北水研）
ベーリング海及びその隣接海域の夏期に於ける生物環境について……°飯塚　篤・田村真樹（北水研）
トド島，ノシャップ岬及びその附近の海藻について ……福　原　英　司（北水研）
1958 年 6 月のベーリング海観測について……°井上直一・西沢　敏（北大水産学部）
石狩河口の潮目と D. S. L. の現状について（予報）…石田正己・°鈴木恒由・佐野典達（北大水産学部）
1958 年夏季のオホーク海の海況について ……°茄子川都夫・藤井　浄（北大試）
虻田に於けるコンクリートブロック投石事業の効果調査（予報）……中　村　義　輝（北大海藻研究所）
1958 年おしよろ丸及び北星丸に依る北洋水域に於ける幼稚魚調査概要……小　林　喜　雄（北大水産）
中層トロール試験……小林喜一郎・°井上直一（北大水産学部）
北部オコック海域に於ける油ニシンの 2, 3 の考察……°福原　晃・大宅伊佐人・工藤　勲（北水試）

製紙工場廃水の障害の研究．撒布沪床処理法による廃液の分解について
五十嵐彦仁・°飯田　優（北水研）
アルギン酸の分解に関する研究（予報）……小　黒　美　樹（北大水産学部）
水産動物筋肉中の有機燐酸化合物に関する研究—XIV．酸溶性核酸成分変化の比較生化学的考察
……°斎藤恒行・新井健一・松吉　実・田中ツネ（北大水産学部）
サンマの処理別加工品の貯蔵中における脂質の変化 ……三　輪　勝　利（北水研）
我国水産業を衰退せしむるものは誰か ……大島幸吉（道南いか漁業振興協会）
オレオマイシン処理によるイカの鮮度保持試験 ……大島幸吉（道南いか漁業振興協会）
抗生物質による水産物の保蔵試験—Ⅰ．カラフトマスの鮮度保持について
……°宇野　勉・大島　浩・笹島正秋・徳永俊夫・相沢　悟・中村全良
抗生物質による水産物の保蔵試験—Ⅱ．（北洋タラの鮮度保持試験）
……°大島　浩・宇野　勉・笹島正秋・徳永俊夫

## ○関東支部例会

**昭和 33 年 9 月 30 日　於．東京水産大学**

1. イノシン酸の定量法について　森高次郎・橋本芳郎・藤田　孝（東大農）
2. 自然死亡係数と漁獲係数の分離についての一つの試み　土井　長之（東水研）
3. クロマグロと沿岸魚種との相互関係について　土井　長之（東水研）
4. 海鷹丸の得たトビウオ稚魚について　妹尾　次郎（東水大）

**昭和 33 年 11 月 18 日　於．東京大学農学部**

1. 信濃川下流産稚アユとその放流再捕物の体長・体重関係　児玉　康雄（淡水研）
2. 養鰻池の水温及び酸素分布について　佐野和生・松江吉行（東大農）

## ○御　案　内

去る2月各界の視聴を集めて開催された第2回「日本アイソトープ会議」及「原子力シンポジウム」は最近における原子力研究の成果を余すところなく示すと共に各分野にわたる原子力関係の研究が総合的に発表されわが国における原子力の開発・利用を推進する重要な会議でありました。この意義ある会議・シンポジウムの全容を収録した「会議報文集」及「シンポジウム報文集」が刊行致しましたので御案内申上げます。特殊印刷物でありますので，印刷部数に限度がございますから未だお取揃なき向は何卒お早目に御注文願います。

### 第2回日本アイソトープ会議報文集

論文選考委員長　宗宮　尚行　　全1冊　¥ 2,500.
編集委員長　木村健二郎　　本　文　635 頁
B 5判　8ポ　横2段組　　関係会社紹介　56頁

**内　容**

医学:　40 編　　工学:　22 編　　農学:　20 編　　理学:　10 編　生物学:　8 編
安全防護:　17 編　　放射線化学:　6 編　　計　123 編

わが国のアイソトープの実情と独自の研究成果を網羅し，代表的な関係論文を総て収録するとともに写真・図版・参考文献など貴重なデータと総目次・索引並びにわが国原子力機器メーカー・商社の製品・取扱品目を併載し，各専門分野の技術交流に画期的意義を持つ総合論文集。

### 第2回原子力シンポジウム報文集

日本学術会議編集　　全4冊　¥ 4,800.
原子力シンポジウム報文集刊行委員会刊　　総頁　1,028 頁
B 5判　8ポ　横2段組　　写真・図版　1,600 枚

**分冊頒価**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 第1分冊 | 総目次・著者索引・総合講演・討論 | 71頁 | 450. |
| 第2分冊 | 物理・原子炉関係 | 343頁 | 1,750. |
| 第3分冊 | 化学・材料関係 | 319頁 | 1,350. |
| 第4分冊 | 放射線の測定と応用 | 291頁 | 1,250. |

日本学術会議・36学協会・日本原子力研究所の共催で開かれた原子力シンポジウムは提出論文264編6つの総合講演および2つのパネルデスカッションより成り本報文集4分冊に集録された。燃料や原子炉材料の国産・放射性同位元素の多方の応用，熱核融合反応の研究などわが国原子力の本格的研究が軌道にのりはじめたことが明瞭にうかがわれる。

## 正　誤　表 (Vol. 24, Nos. 6 & 7)

400 頁欄外 2 行目

| 誤 | 正 |
| --- | --- |
| ** 窒素・燐濃は，…… | ** 窒素・燐濃度は，…… |


## 会誌 論文集 合本用ファイル (B5判) 実費頒布御通知

水産学会誌 1 年分を簡単に製本出来る。
昭和23年度 (14 巻) 迄は 1 冊に 2 ヶ年分が入ります。
冊誌を傷めず保存できる。
穴をあげず，糊も使わず合本出来る。
中の何れでも取外しが簡易。

頒価　¥ 120　　〒 ¥ 20

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。



昭和三十三年十二月二十日 印刷
昭和三十三年十二月二十五日 発行

第二十四巻　第八号

本号定価 130 円
(送料別)

編集兼発行者　大島泰雄
東京都港区芝海岸通り 6 丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り 6 丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529 番
電話 (45) 2200 番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社 国際文献印刷社

発売所　株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町 1 の 10
電話九段 (33) 0931

# 海底に於けるアサクサノリ糸状体の培養に関する研究

田 中 小 治 郎
(香川県水産試験場)

# A Study on the Culture of the Conchocelis of *Porphyra tenera* on the Bottom of the Sea

Kojiro TANAKA

The present study was carried out to establish an artificial culturing method of the *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* in the sea.

85 oyster-shells (*Ostrea denselamellosa*) already invaded by the *Conchocelis* in the apparatus reported by the author (1957), were joined together into a set by passing a steel wire (about 150 cm in length) through a hole bored in the center of each shell. In other cases about 5 cm bumboo tubes were inserted between the shells in order to separate them. In the latter a set was made up of about 30 shells.

These sets were tied at the both ends of the wires to the tared ropes with sinkers stretched from pile to pile on the bottom of the sea. This was done in order to leave a space between neighboring sets, to prevent buried in the bottom sand and also prevent them from being carried away by the waves.

The results may be summarised as follows:

1. It was found that by the present method the filamentous thalli of *P. tenera* show normal development and spore formation from spring to autumn in the sea.
2. It was found that some of the fouling organisms that adhered to the surface of shells in the present method can be easily cleaned away.
3. It is presumed that the formation of the monosporangial branches on the filamentous thalli starts in early June.
4. It is presumed that the liberation of monospores begins about the end of September.

アマノリ類 (Porphyra) の果胞子の発芽糸状体の室内培養は各所で行われているが，海における培養は大分，山口の各試験場で試みられはしたが，いまだ成功の域には達していないようである。筆者はアサクサノリ果胞子はどのような状態で夏を越すか，及び発芽体を海底で人工装置により培養するには，どのようにすればよいかを確かめるための研究を行い，二，三の結果が得られたので同学者並びに当業者の参考に資したく，その概要を報告するしだいである。

本研究に用いたアサクサノリ糸状体の培養装置は，既報[1]の果胞子付方法によつてアサクサノリ糸状体を侵入せしめたカキ殻 (*Ostrea denselamellosa*) 31～85 枚を，長さ 150 cm 程度の針金に通し 5 cm の竹管をカキ殻の相互間に入れて適当な間隔にしたものと，竹管を入れないものとを夫々一連として作つた。このような各連を海底に横たえておくために沈子を取りつけたコールタール染め藁縄の索条に結び着けて各連の間隔が相互に適当に保たしめるようにし，同時にカキ殻の流出及び砂中への埋没などを防いだ。

このような培養装置は 1957 年 4 月 30 日に香川県丸亀市土器川沖に設置した。その実験場所の底質は砂泥で，アジモが繁茂し，水深は干潮時約 1.5～2.0M を示す。培養実験は，1957 年 4 月 30 日から同年 10 月

1958 年 8 月 1 日受理

**Table 1.** Changes in temperature and specific gravity of sea water at the experiment a station during the course of the study.

| Month \ Days | Temperature °C | | | Specific gravity 15°C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1～10 | 11～20 | 21～30 | 1～10 | 11～20 | 21～30 |
| May | 16.4 | 17.2 | 18.8 | 22.20 | 22.60 | 22.90 |
| June | 19.7 | 22.8 | 22.9 | 23.31 | 23.51 | 23.55 |
| July | 23.5 | 25.0 | 26.2 | 23.07 | 22.81 | 22.49 |
| August | 26.8 | 27.1 | 28.5 | 22.54 | 23.12 | 23.18 |
| September | 25.5 | 23.5 | 22.0 | 22.56 | 22.23 | 21.62 |
| October | 20.6 | — | — | 21.87 | — | — |

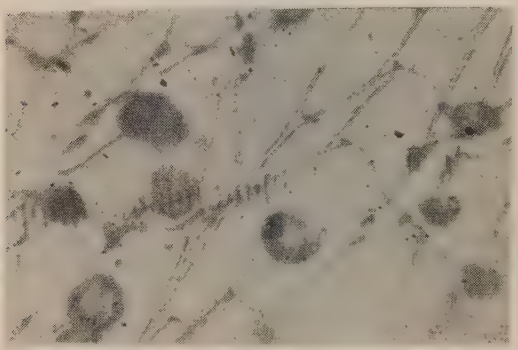


**Fig. 1.** *Gomontia ostreobium* (Cyanophyceae) found mixed with the filamentous thalli of *Porphyra tenera* on Sept. 30, 1957. × 900.

14日に至る間行い，その30～40日間で3回，カキ殻に附着する浮泥及び生物を小刀またはタワシで除去，洗滌した。一方，期間中実験場所の水温，比重の観測を行つたが，その結果は Table 1. にまとめて示した通りである。

カキ殻が砂泥中に埋没している状況を調べたところ，竹管を利用した一連31枚は13%の4枚が，カキ殻の半ば，埋没したのに対し，竹管を利用しない一連56枚及び85枚は夫々14枚，30枚が埋没し25%及び35%を示した。埋没個数と一連当りの取付枚数との間には正の相関があるように思われるが，結論は更に今後の実験にまちたい。なおカキ殻の相互の間隔に関する種々の問題についてはカキ人工採苗におけると同様に思われるので説明は省くことにした。

この砂泥中に埋没しているカキ殻内のアサクサノリ糸状体の生長の度合の判定をみると，まず表面観察では，黒色，暗紫色，あるいは桃紫色を呈する部位が斑点となつて散在しているのが発見され，このような部位を検鏡すると，果胞子嚢枝内は桃紫色を呈し，まさに放出されそうな，単胞子が充塡していたので，これはよく生長したものと思われる。しかし穿孔藻あるいは藍藻らしいものと共に存在していることは黒木[2]の観察とよく一致している。(Fig. 1. 参照) このような観察をもつて，アサクサノリ糸状体の生長と底質との関係を考察すると埋没した砂の深さ3cm以下では30日後でも死なないことがうかがわれ，この観察または実験結果は竹内[3]等の研究業績とほぼ一致している。

前述のような極めて大ざつぱな培養方法によるアサクサノリ果胞子の発芽体生長，果胞子嚢枝の形成及び並びに単胞子形成時期についての状況を調べた結果を少しく述べる。

まず，表面観察によつてカキ殻内にアサクサノリ糸状体が棲息していると推定される部位と，そうでない部位とを区別した後アサクサノリ糸状体の棲息面積とカキ殻内面積とを測定し，その百分率を算出すると Table 2 に示すような結果が得られた。この表が示すように果胞子の発芽体がカキ殻内面上にはびこる様子

**Table 2.** Oyster shells of the Conchocelis set in the Sea.

| Date | No. of shells ob. | Area of oyster-shells, in average cm² | Area invaded by conchocelis, in average cm² | Percentage % | Reference |
|---|---|---|---|---|---|
| 1957 V－28 | 50 | 42 | 28 | 66 | Shells were passed through by steel wires and set horizontally in the sea. |
| VI－20 | 50 | 39 | 36 | 92 | |
| VII－8 | 50 | 44 | 42 | 95 | |
| IX－30 | 50 | 47 | 33 | 70 | |

は，春から夏にかけて著しく増大するように思われる。ところで．発芽体の伸長は黒木[2]の報告によれば1000$\mu$以上にも達するといわれるが，果胞子の発芽体の生長は恐らく何時までも続けられるものではないらしく，単胞子嚢枝が発芽体から多数形成されるようになるとその生長は停止するようである。それは糸状体の棲息面の貝殻の色相は黒味を増すが，その面積が著しく増大しない点から推察される。

秋 10 月になり，単胞子が放出され始めると貝殻内面の色相は漸次褪色し，検鏡すると単胞子嚢枝は空となり，白色を呈して残っているが発芽体は見えなくなっている。一方9月末にアサクサノリ糸状体の棲息面積が前月に比べて減少したことは8月初旬から9月下旬にかけてこの糸状体が死滅したためかと窺われる。

9月末の表面観察の場合，黒色を呈する位置に白い小さな斑点が見える個所では糸状体が明らかに死滅状態を現わしていることが検鏡の結果よく判つた。最初に貝殻内に侵入した果胞子のうち死滅する数，すなわち歩減率などは今後の研究にまちたい。

次に内面観察の結果についての説明をすると，Fig. 2 に示されているものはカキ殻内面上で黒色を呈する部位の糸状体の生長を 1957 年5月 28 日に検鏡したものであるが，原胞子から果胞子の発芽体が放射状に4〜5本分枝していて，ところどころに多少膨れている部分が見られるので，黒木[2]の人工培養の結果に照らして見ると発芽の初期時代であろうと思われる。更に培養期間が進んだ6月 20 日には Fig. 3 に示されているように西洋梨形の分枝していない 8〜6$\mu$ 程度の幅をもつた単胞子嚢枝が形成され始めているのが認められた。一方カキ殻の表面が青色を呈している部位の糸状体群中には死滅しているものが少し発見された。なお7月8日の観察では肥大部と縊れ部が出来てあたかもサボテンのような形状を呈していた。かくして7月 18 日には分枝した枝がかなり伸長し，多数の単胞子嚢枝の相当大きいものが現われ，分枝も亦大きいものが現われた。また Fig. 4 に示されているように単胞子嚢の細

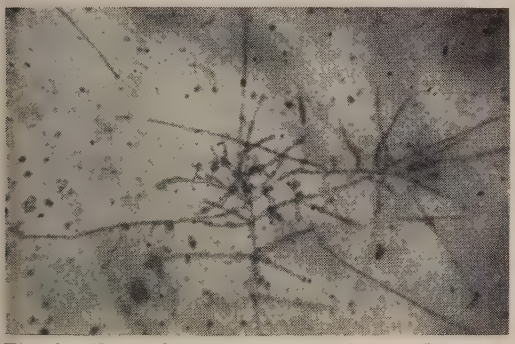


**Fig. 2.** Young filamentous thalli (*Conchocelis*-phase) originated from the carpospores of *Porphyra tenera*, found in the shell of *Ostrea denselamellosa* L. in the present artificial apparatus set on the bottom of the cultivating ground of *Porphyra*. On May 28, 1957. × 400.

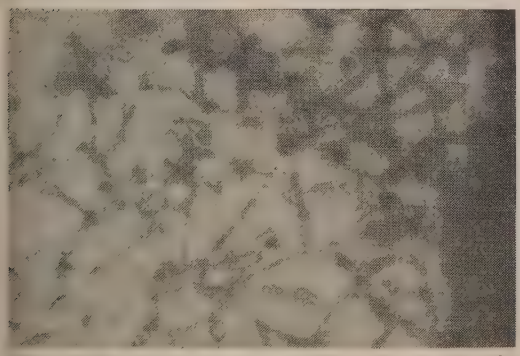


**Fig. 3.** Young monosporangial branches on the filamentous thalli. June 20, 1957. × 900.

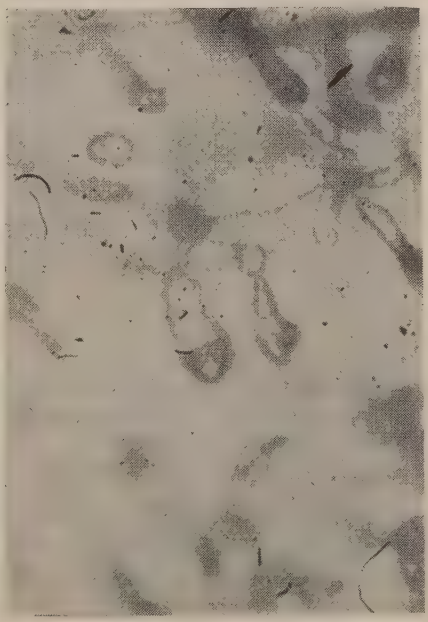


**Fig. 4.** Same as above, but July 18, 1957. × 900.

胞は幅，長さほぼ等長で中央に星状或いは輪廓の不明瞭な色素体をもつたものが見られた。

以上のような観察の結果をもつて黒木[2]の観察と比較すると，海における アマノリ類の果胞子の発芽糸状体の生長より勝るとも劣らないと思われる。上述のような培養方法によつて，単胞子嚢枝が形成されている糸状体を有するカキ殻を9月 21 日に実験室へ持ち帰えり，常法により単胞子の放出実験を試みた結果，単胞子は放出し，9月25日には Slide 上で発芽して4分裂したノリ芽となつていることが発見され，なお 10 月 14 日には糸状体から単胞子を放出させることに成功した。このような実験観察の結果から筆者が培養した糸状体の生長は，黒木[2]の観察結果とほぼ一致している。本培養実験中にカキ殻内面に附着した生物は，主としてフジツボ類，カキ類などであるが，その附着数は極めて小数であつた。これらの生物のために，発芽糸状体の生長がおくれたようなものも発見され，なかには死滅したものも認められた。しかし硅藻類は洗濯作業によつて除去されたのでその着生することによつて死滅現象は見られなかつた。また黒木が報じているように原胞子は発芽体の生長につれて幾分大きくなるのが見られた。この点から原胞子は糸状体の栄養吸収にある役割を持つかとも考えられるが，この点は将来において検討したい。

以上大ざつぱな実験であるが，筆者の考察した海底に設置された人工培養装置上でアマノリ類（アサクサノリ）の果胞子発芽糸状体は天然の海中におけると同じ程度の生長つまり正常な生長をすることが明らかとなつた。

終りに臨み本研究に当り東海区水産研究所須藤俊造博士及び丸山技官より取りまとめに助言を与えられたことに対し，また種々実験の手伝いをうけた高杉輝雄技師並びに現場の作業に援助を与えられた湯岡弘，泉川利一両氏に対し厚く御礼申し上げる。

## 摘　　要

本研究はアサクサノリ糸状体の海底における新らしい人工培養方法に就いて検討した。その方法はアサクサノリ果胞子付方法によつてアサクサノリ糸状体が侵入しているカキ殻1～85枚を長さ 5cm 程度の竹管をカキ殻の前後に入れたものと，入れないものとを長さ 150cm 程度の一本の針金に通し一連に組合せた。この各連の海底に適当な間隔を保たせるため，カキ殻の流出，または砂泥中に埋没するのを防ぐため，沈子を取り着けたコールタール染めワラナワの索条に連結して，海底の地盤面上に横たえておき生長度などを調べた。その結果は次の通りである。

1. アサクサノリの果胞子発芽体は人工培養装置により春から秋にかけて海底で正常な生長を遂げる。
2. 人工培養装置を用いることにより基質用のカキ殻内の附着物を容易に除去し得る。
3. アサクサノリ糸状体の単胞子嚢枝の形成は6月上旬から始まることが推定される。
4. アサクサノリ単胞子の放出の始まる時期は9月下旬頃であることが推定される。

## 文　　献

1) 田中小治郎・高杉輝雄・湯岡　弘：アサクサノリ（*Porphyra tenera*）果胞子付養置に関する研究，昭和 32 年度，香川県水産試験場報告，第 11 号，(1957).
2) 黒木宗尚：アマノリ類の生活史の研究，第1報　黒胞子の発芽と生長，東北海区水産研究所，研究報告，第2号，81，97～98，(1953).
3) 竹内卓三・下中元信・福原昭雄・山崎　浩：日水誌，22 (1)，1956.

# カサゴ類の鱗の研究—II.
## ハチ *Apistus carinatus* (T. et S.) の鱗の特異性

小林久雄
(愛知学芸大学生物学教室)

# Studies on the Scales of Scorpaenoid Fishes—II.
## Peculiality in Scale Character of Rock Fish *Apistus carinatus* (Bloch et Schneider)

Hisao Kobayasi
(Department of Biology, Aiti Gakugei University)

The rock fish, ***Apistus carinatus***, forming Apistinae with one genus and one species in systematics is readily distinguishable from species of other subfamilies, owing to its singular ctenoid scales in Scorpaenoid fishes.

The conspicuous scale characters of the fish are the shape and arrangement of its spines (or rather projections), viz., a few rootless spines are arranged in a line. The middle part of the spines has a lengthwise ridge, tapering to a niblike form. In these points, the scale presents an entirely different aspect when compared with that of Sebastinae with rasp type in arrangement, those of *Scorpaenopsis cirrhosa* and *Scorpaena izensis* in Scorpaeninae with Gobiidae type, or those, which are cycloid, of *Setarches* in Setarchinae, Pteroinae and Congiopodidae.

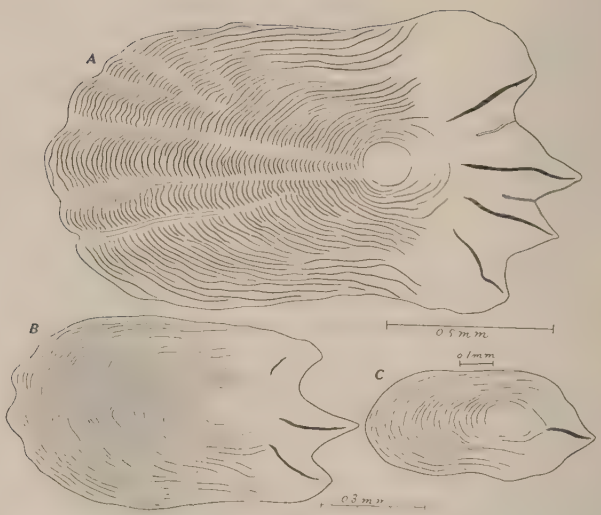
## 緒言

ハチ *Apistus carinatus* (Block et Schneider) はフサカサゴ科 Scorpaenidae に属する一種の硬骨魚で，日本では中部以南の太平洋岸に産し，国外ではフィリッピン・東印度諸島及び印度地方にも見出だされる。この魚は浮嚢がひょうたん形にくびれ頸にひげがあり，胸びれの下部の軟条が遊離していること，その他の特徴によつてフサカナゴ科内でも，この魚の一属一種によつてハチ亜科 Aspinae を形成している。本報告ではハチが鱗相の面から見ても確かに特異性のある誠に珍らしい種類であることを明らかにしたい。

## 観察結果

本魚の鱗は特色のある楯鱗で，その概形は長形で体側中央部のものでは長さは巾の ×1.6～1.8，尾柄側面のものでは更に長く ×1.75～2.15 に達する。4 つの角は不明瞭である。Focus は鱗の中央よりも後方に位置し，体側中央部のもので後 1/2.9～3.8，尾柄側面のもので同 1/3.2～3.8 に位置する。Grooves は basal grooves のみをもつが，各 groove はやや太く，後半部の輪郭は明らかでない。多少波形をなして前方に放射し，少数の supplementary grooves を形成する。Grooves の数は体長 5cm の魚のもので，体側中央鱗に 5 (3～6)，7cm の魚のもので体側中央鱗に 8 (5～10)，尾柄側面鱗に 7 (5～10) を数えた。また稀に棘間に不明瞭な apical grooves を生ずることがある。Ridges はやや太くその排列はあらく，basal ridges は前方に彎曲して basal margin にほぼ平行し，lateral ridges は間隔が広く，しかもその後方は外向して focus のレベルの近くで消失している。Focal ridges の 1～2 本は真円を描くことがある。棘 (むしろ突起

1958 年 9 月 2 日受理




Scales of *Apistus carinatus* (B. et S.), 5cm in body length, Mikawa Bay, Aiti Prefecture. (A) Taken from central part of body side, (B) From breast, (C) From back, anterior part of first dorsal fin.

といった方が適切かも知れない）の形は最も特徴があり，根部を欠き，先端部が三角形を呈して中央部に隆状の肥厚部をもつペン先形を呈する。中央のものは先端が三角形を呈するか上方のものは広く鈍い。棘は一列のみで apical margin の分裂によつて生じた観が強い。棘の数は体長 5cm の魚のもので体側中央部の鱗で 3 (2～5) 本，同 7cm の魚のもので体側中央鱗に 4 (3～6)，尾柄側面鱗に 2 (2～4) を，また第1背鰭前方のものでは棘はただ1本で鱗の全体はペン先状を呈している。体側中央部の鱗の排列を見ると 13 枚1組の縦走列に属するが，変則的にはこれより 1～3 枚少いものもある。鱗は長形で垂なりが深いため露出部の面積は極めて小さく，鱗全体の約 *27%* を占める位である。

## 考察並びに摘要

まず本種の鱗相の特色を一般的にまとめると，(1) 櫛鱗であること，(2) Focus が後方に偏在すること，(3) Grooves は通常少数の basal grooves をもつが，時に棘間に不明瞭な apical grooves を生ずることがある。(4) Basal 並びに lateral ridges をもち，apical ridges を欠くこと，(5) 根部をもたない大形のペン先状の少数の突起状棘をもつこと，(6) 棘の排列が一列型であること，などである。

今これをフサカサゴ科の代表的なすり目魚の棘の排列をもつ櫛鱗（例えばメバル亜科 Sebastinae のメバル属 *Sebastes* などの）に比較して見ると，また同じく一列型の棘の排列をもつスズキ科等の硬鱗をもつフサカサゴ亜科 Scorpaeninae のミカサゴ *Scorpaenopsis cirrhosa* やイズカサゴ *Scorpaena izensis* など，或いはまた円鱗をもつヨロカサゴ亜科 Setarchinae のヨロカサゴ属 *Setarches* やミノカサゴ亜科 Pteroinae やハオコゼ科 Congiopodidae のものなどと比べて見ても全々その様相を異にしている。

本種の鱗相のうち最も著しい特色は何といつても，その棘の形態そのもので，根部を欠き，apical margin の単なる切れこみ或いは突起である。同じく突起状の棘であつてもヒシダイ，クルマダイ，メナガハタ，ヒナガシラなどのものと異なつて，各棘にはその中央に先端に向う一つの肥厚線即ち稜をもち，そのペン先状と記したような独自の形態を示しているのである。

このような構造の棘をもつ鱗は8亜科 21 属 66 種をもつフサカサゴ科 Scorpaenidae は勿論のこと，更に3科34属86種をもつ厖大なフサカサゴ上科 Scorpaenicae（この中には無鱗の属種が含まれている）にもかつまた魚類全体から見ても，本属種に見られる特殊なものである点に興味を覚えるものである。

## 文　　献


1) 小林久雄：　円鱗と櫛鱗．動雑，**63** (6), pp. 254～255, 1954.
2) ——：　特殊な形態をもつ魚鱗について（第1報）．愛学大研報，**7**, pp. 37～45, 1954.
3) ——：　魚類の鱗の比較形態と検索．愛学大研報，**7**（特集号），pp. 1～104, 1958.
4) ——：　カサゴ類の鱗の研究（第1報），フサカサゴ上科 Scorpaenicae に見られる円鱗について，本誌，**23** (12), pp. 749～753, 1958.
5) 松原喜代松：　魚類の形態と検索．石崎書店，1955.

# 長崎県男女群島に来遊するブリの産卵群について

三 谷 文 夫
(京都大学農学部水産学教室)

# On the Spawning Shoals of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Migrating to the Danjo Islands in the East China Sea.

Fumio MITANI
(Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan)

In the present paper are considered some characteristics of the shoals of the yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., which are migrating to Meshima Fishing Ground around the Danjo Islands in the East China Sea off Nagasaki, Japan. The author has based these characteristics on the close examination of the gonads of the fish caught in April and May, 1958. By the way, yellow-tails are then in season in that locality. The region around the Islands is oceanographically interesting to us for its high temperature with a narrow annual range and its high transparency ranging from 15 to 30 m, as is seen from Table 1. The author can safely conjecture that the fish which migrate to the fishing ground just referred to between mid-April and early May are ready to spawn, judging from the fully ripe gonads they have, though most of the fish are medium-sized ones ranging from 70 to 85 cm in fork length, or from 4.9 to 9.7 kg in body weight. Their eggs spawned in the region may go up north carried by the Tsushima Current and grow up to be the resources in the Japan Sea. But larger fish more than 85 cm in length, or over 9.7 kg in weight, which are caught early in the season in the same fishing ground, are found to be 'immature', so far as the maturity grade of their gonads is concerned. They may migrate down to the south for spawning, and the greater part of the eggs spawned there may drift with the Kuroshio Current, adding finally to the resources in the Pacific. As for smaller fish ranging from 60 to 70 cm in length, or from 3.4 to 4.9 kg in weight, they do not spawn in the same fishing ground, but go up north after mid-May. Their eggs spawned there may bid fair to increase the resources in the Japan Sea.
The body-size composition and maturity grade of the fish which come migrating to Meshima are diagrammatically shown in Fig. 2.

## 緒 言

筆者はさきにブリの成熟と産卵に関する一連の研究結果を報告[1-5]したが，なお不明な点も少なくなかった。そこで，1958年（昭33）4月4日から5月13日までの40日間，東支那海の北部にある男女群島に滞在して，ブリの成熟と産卵に関する調査・研究を行った。調査場は大洋漁業株式会社と地元富江町の西本重吉氏との共同経営にかかるものであるが，ブリの産卵場の一つとして最も有望と思われる漁場である。この論文では主として雌卵の卵径頻度分布から得られた知見に基づいて，同漁場への来遊魚群の性質について考察した。なお，体長はすべて尾叉長を用いた。

1958年9月3日受理

を賜わり，かつ，論文を校閲して種々重要なる助言を与えられた当教室松原喜代松教授に対して，それぞれ深甚の謝意を表するものである。なお，この調査・研究に要した経費の一部は文部省科学研究費（各個研究）によつたことを明記して感謝の意を表したいと思う。

## 女島の漁場条件

女島は長崎県五島列島福江島の南々西約 40 浬（東経 128°20′，北緯 32°02′）の，東支那海の北部海域にあり，現在，わが本土の最西端に位置する離島である。この島に敷設されているブリ定置網漁場の性格については，既に，石津[6]（1956）・道津ほか[7]（1956）および内田ほか[8]（1958）の興味深い報告がある。漁期は通常2月中旬から5月末あるいは6月上旬までであるが，このうち，盛漁期は3月中旬から5月下旬までの約2ヶ月半である。漁期中における魚体の大きさの移り変りについては前記諸氏によつて明らかにされており，甚だ興味深いものがある。網は二重落しを用い，沖出し 180 m で岸のごく近くに敷設されており，したがつて，水深も比較的浅く 30～45 m である。1958 年度漁期中における同漁場の海況（水温と透明度）を Table 1 に示す。

**Table 1.** Temperature (°C) and transparency (m) of the sea water at Meshima during the fishing season (February-May) of 1958.

| Item \ Month | Decade | February | | | March | | | April | | | May | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | First | Middle | Last | First | Middle | Last | First | Middle | Last | First | Middle | Last |
| Water temperature (°C) | Surface (0 m) | ··· | 15.4 | 16.2 | 16.0 | 15.9 | 16.0 | 16.5 | 17.8 | 20.0 | 19.9 | 21.4 | 20.6 |
| | Middle (20 m) | ··· | 15.4 | 16.2 | 15.8 | 15.9 | 15.9 | 16.4 | 17.3 | 19.6 | 19.7 | 20.9 | 20.4 |
| | Bottom (45 m) | ··· | 15.0 | 16.1 | 15.9 | 15.8 | 15.9 | 16.3 | 17.3 | 19.5 | 19.6 | 20.7 | 20.2 |
| Transparency (m) | | ··· | 15～22 | 18～22 | 17～22 | 20～21 | 14～21 | 13～17 | 16～20 | 15～19 | 12～14 | 9～16 | 12～18 |

Table 1 や，また，地理的位置からも推測されるように，この漁場における海況の特徴は九州本土の陸岸から遠く離れているために，陸水の影響をほとんど受けないで，対馬暖流の影響を最も強く受けていると思われる点である。たとえば，長雨が降り続いた後でも，また，かなりな晴天の後でも，そのために海水が濁ることは全くなく，その透明度は漁期中を通じて 15 m を下る日は稀で，通常 15～20 m，時には 30 m を越えることさえあつて対馬暖流の主流のそれに近い。したがつて，海水の濁りと漁獲との関係はこの漁場では経験的にはほとんど認められない。ただ，透明度は5月に入るとやや低くなるが，その原因についてははつきりしたことはわからなかつた。水温については従来の記録[9]によると冬季は 16～17°C，夏季は 27～28°C で年較差は約 10°C である。これらの値は九州西岸の沿岸水帯の最低よりも高く，最高よりも低い。すなわち，年変化の小さいことは，やはり，対馬暖流の影響の強いことを示している。そして，一般に4月上旬頃までは急激な変化は少ないが，4月中旬から下旬にかけて1回と，5月末あるいは6月初め頃に1回と，また，年によつては5月中旬頃に1回と，計 2～3 回ほど急激に上昇する時期がある。このことは後述するように，始めの方は産卵群の来遊と，また，5月末から6月始めにかけてのものは漁期の終了とにそれぞれかなり密接な関係があるようである。

また，漁況の特徴としては盛漁期に入ると数千尾の魚群が一両日の間に入網することである。1958年度はほぼ平年並漁であつたが，この傾向はやはり認めることができた。このように密度の大きい魚群が一度に入網する現象はこれらの魚群が産卵群か否かを推察する上において一つの示唆を与えるものであると思う。

以上，要するに，男女群島は対馬暖流の東端，九州沿岸水帯の西端という両境界域に位置しているため，各種水族の回遊経路あるいは滞留海域となつて好漁場を形成しているものと思われる。

## 卵径頻度分布

筆者は前にブリの生殖腺の成熟度を未熟期あるいは放卵放精後・成熟初期・成熟中期・成熟後期および完熟期の5階級に分けた[3]。そこで，卵巣卵の成熟過程を知るために各階級における卵巣内卵粒の卵径頻度分布[10]を求めてみたが，調査を開始したときは既に大部分が成熟後期に入つていたため，それ以前のことはあまり詳しくはわからなかつたけれども，それ以後から完熟に達し，さらに放卵していく過程をかなり確実に追究することができた。なお，成熟段階の判定はここでは次の基準によつた。すなわち，腹部を外部から指先で圧して放卵または放精するものや，それほどでなくても，卵巣の大部分が大型透明卵で満たされているものおよび比較的容易に多量に放精するものは完熟生殖腺とした。また，少数の透明卵が含まれている程度で卵粒の大部分が 0.9～1.0 mm の大きさのもの，あるいは，放精はするがやや困難を感じるものはすべて成熟後期とした。

また，卵径の測定方法としては卵巣左葉の中央部附近 300～400 粒について生鮮時*)の卵径をマイクロメーターを用いて計測した。卵径の頻度分布は主な漁獲毎に各魚群について 3～4 個の卵巣を調べたが，そのうちの標準的なものを Fig. 1 に示す。また，Fig. 1 に用いられた魚体各部の記録は Table 2 に示してある。

そこで，Fig. 1 に従つて各魚群の成熟状態について述べる。

A図のみは五島列島福江島の北西岸にある三井楽漁場産のもので4月4日に漁獲された約 4500 尾のうちの1例であるが，

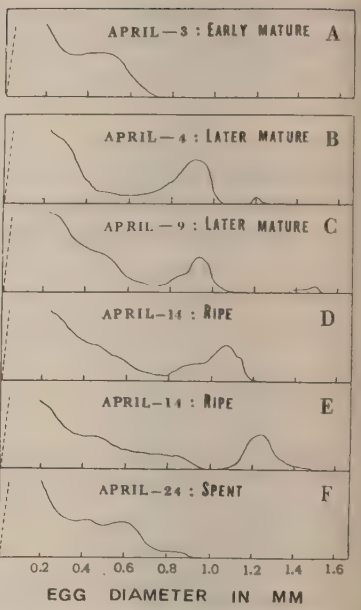



**Fig. 1.** Showing the frequency distribution of ovarian egg diameter of yellow-tail. A, Miiraku in the Goto Islands; B～F, Meshima in the Danjo Islands. Abscissa, egg diameter in mm; ordinate, frequency.

**Table 2.** Some records on the fish used in Fig. 1 for the measurement of ovarian egg diameter.

| Item / Fig. 1 | Fishing ground | Date caught | Fork length (cm) | Body weight (g) | Gonad weight (g) | Fatness† | Gonad†† index | Maturity grade |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Miiraku | IV−3, 1958 | 75.0 | 6440 | 141 | 15.5 | 10.1 | Middle mature |
| B | Meshima | IV−4 | 79.5 | 7750 | 752 | 16.6 | 17.4 | Later mature |
| C | 〃 | IV−9 | 73.5 | 7125 | 517 | 17.8 | 15.1 | 〃 |
| D | 〃 | IV−14 | 74.0 | 6900 | 710 | 17.0 | 17.6 | Ripe |
| E | 〃 | IV−14 | 77.5 | 8250 | 1040 | 17.7 | 22.6 | 〃 |
| F | 〃 | IV−24 | 85.0 | 6150 | 114 | 10.4 | 1.8 | Spent |

†) Fatness (肥満度) $= (W/L^3) \times 10^3$

††) Gonad index (生殖腺指数) $= (W_G/L^3) \times 10^4$

いずれの場合も $W$: 体重 (g), $W_G$: 生殖腺重量 (g), $L$: 体長 (cm) を表わす。

*) 4% ホルマリン液あるいは孕卵数算定用の Simpson の液などに浸漬すると卵径は収縮し，かつ，原形も元の球形から歪むので，生鮮のままの状態で測定した。収縮率は 24 時間後で，前者の場合は約 7～10%，後者の場合は 27% にも達したものもあつたが，これは液の成分であるアルコールで脱水作用によるものであろう。

B図以下の女島漁場産のものと比較のために掲げた。すなわち，この魚群の卵巣は産卵にはまだほど遠く，成熟初期ないし中期の状態にある。卵径も最大のもので 0.7 mm に達するものがわずかに認められるが，大部分は 0.3～0.5 mm のもので，かつ，特定のモードは形成されていない。

4月4日に女島で漁獲されたもの（前日3日夕に入網した 4237 尾，平均体重 9.7 kg）では，卵巣は既にかなり成熟していて卵径頻度分布のモードは 0.9 mm の所で最も大きく，さらに 1.2 mm の所にも痕跡的なそれが認められるが（B図），後者のモードのものは無色透明な完熟卵群である。この程度の低率で存在する透明卵を外部から見出すことは不可能であるけれども，清水中で卵巣をほぐすと少数ずつ分離・浮出してくるのでその存在を知ることができる。これらの完熟卵は特別に早く成熟した卵群らしく，外部から腹部を圧してもまだ放卵しない。したがつて，この卵巣全体としての成熟度はまだ成熟後期にあると考えられる。

4月9日に漁獲されたもの（20 尾）でも，外観的には前回のものとほとんど変りはない。卵径頻度分布のモードは 0.9～1.0 mm の所と，さらに進んだ 1.5 mm の所にある（C図）。1.5 mm モード群はもちろん完熟卵群であり，その数も幾分増加はしているが肉眼的にはまだその存在を見出し難い。これらの完熟卵は球形で無色透明，卵黄の一端には濃黄色の小油球が1個ある。卵膜表面にはメロンの表皮に見られるような不規則な細かい網目状の亀裂が認められる。生鮮時の透明卵径（30 個計測）は 1.29～1.65 mm（平均 1.47 mm），油球径 0.26～0.35 mm（平均 0.32 mm）で，前に内田ほか[8]が計測したものや以後の完熟期のものよりもかなり大きい。したがつて，これらの卵群は早期に異常に発達した少数の特別な1群であろう。これらの透明卵が概算，数千個の不透明未熟卵の中に混つて 2～3 個の割合で認められる。

4月14日夕に入網したもの（4725 尾，平均体重 7.5 kg）では完熟期のものが多かつた。そのうちで，D図は卵巣被膜を透して外部から大型卵が認められるが，まだ固く，圧しても生殖輸管からは排卵しないものである。これらの大型卵は 1.1 mm 前後にモードがあつて半透明，顕微鏡を通して見ると油球が形成されつつあることがうかがわれる。E図は産卵直前と思われる充分に成熟した卵巣で，その中央部は個々に分離した，きわめて流動性に富む透明卵で満たされており，周辺部に向うに従つてその周りに未熟卵が多数取り巻いている。これらの完熟透明卵の卵径は 1.15～1.44 mm（平均 1.24 mm），油球径は 0.29～0.37 mm（平均 0.35 mm）である。その卵径頻度分布は 1.2 mm モード群が最も顕著である。また，精巣については同日入網したものの中には甲板に引揚げられたときに既に一部放精する個体も少数ながら認められた。なお，魚群中の最小グループの1個体（体長 65.0 cm，体重 4.69 kg）では精巣重量 250 g で，腹部を強圧してもまだ放精せず成熟中期のものと認められたが，この産卵期中には成熟するであろう。

4月24日に漁獲された魚群（798 尾）は体長組成や熟度組成がいよいよ複雑となつて来た。すなわち，魚群の大部分は体長 76.0～80.0 cm，体重 6.75～7.88 kg の中型成熟後期のもので占められているが，そのほかに約 15 尾は体重 11.5 kg 以上の大ブリ（最大のものは雌では体長 98.0 cm，体重 17.1 kg，精巣重量 975 g；雌では体長 95.0 cm，体重 13.7 kg，卵巣重量 1172 g）でいずれも肥満した成熟後期または完熟に近いものであり，また，約 20 尾は体長 58.0～65.0 cm，体重 3.27～3.94 kg で成熟中期ないし後期のものであつた。そして，さらに甚だしくやせた，一見して直ちに放卵・放精後のものとわかる1群があつて，それらは体長 76.0～85.0 cm，体重 5.40～6.15 kg で，したがつて，肥満度はいずれも 13 以下を示していた。精巣については甲板上で一部放精するものが認められたが，卵巣についてはそのような現象は起らなかつた。これらの魚群のうち，完全に放卵したと思われる卵巣の卵径頻度分布はF図に示されている通り，もはや特別なモード群は認められない。

## 卵巣卵の成熟過程

前節で示された卵径頻度分布の時間的推移は1個体について追究されたものではないけれども，女島漁場に来遊するブリの，成熟後期から完熟に達し，さらに放卵・放精していくまでの1過程を示しているものと考えてさしつかえなかろう。もし，そうならば，大部分の卵粒が直径 1.0 mm 前後になつた成熟後期から，ますます大きくなつて直径 1.2 mm 前後になると共に透明化するまでに要する時間は比較的短時日，おそら

く10日ないし半月ほどで，その間に急速に完熟化を完了するのではないかと思われる。

また，卵巣内における卵径の分布状態を見ると，成熟後期あるいはそれ以前のものではその中央部にも成熟度を異にする大小種々な未熟卵が混在している。一方，放卵直前と思われる卵巣では中央部および輸卵管開口部附近には無色透明な完熟卵群のみが集つて来ている。これらの事実から見ると，キグチ[11]やマユツ[12]にも認められているように，完熟した卵粒は卵巣ろ胞から分離・流出して次第に中央部に移動・集合し，完熟化が進むに従つて次第にそれらの部分に大型透明卵が集積してくるものと思われる。

## 論　　議

以上のことを綜合して，女島漁場に接岸して来るブリ群の性質について考察する。漁場の漁夫や古老の言によれば，3月上・中旬頃には比較的大型の 11 kg を越える大ブリが漁獲されるが，その数量は少なく，かつ，それらの生殖腺はまだ小さいそうだが，おそらく，それは事実であろう。4月3日に筆者が三井業漁場で調査した魚群の生殖腺は Fig. 1 のA図に示されているが，2月から3月にかけて女島漁場に来遊するブリの生殖腺もこの程度のものであるらしい。したがつて，これらの魚群はさらに南下してかなり南方の海域で産卵するのではないかと思われる[13~19]。4月に入ると 8.3～9.8 kg のものが数千尾の大群をなして入網し始める。そして，丁度，水温が急激に上昇する4月中旬ないし下旬にたると，女島漁場で漁獲されるブリは平均 7.5～8.3 kg になり，その生殖腺は充分に成熟して来て，ほとんど皆，成熟後期あるいは完熟期に達し，その産卵も間近いものと思われる。一方，その頃の水温は既に産卵の最適水温の 19°C[2,4]近くまで上昇している。したがつて，これらの魚群は間もなくこの附近の海域で産卵するであろう。そして，4月下旬頃には既に放卵・放精したものが一部に現われ始める。5月以降になると魚体がさらに小さくなり，5.6～6.7 kg のものが漁獲主群となる。しかし，これらは産卵にはまだ間のある成熟後期のものが多い。そのほか，さらに小型の 4.1～4.8 kg のものが混獲されるようになるが，これらは産卵までにはさらに半月～1カ月以上の間があるように思われる。漁期末の5月下旬になると大型ないし中型魚の産卵後のやせたものの占める割合が多くなる。結局，大型群はずつと南方の海域で産卵し，その稚魚の一部は黒潮に運ばれて太平洋側のブリ資源の供給源になるのではなかろうか。中型群は4月中旬ないし下旬に男女群島を含む九州西方海域で産卵し，以後，2～3週間の間隔をおいて，5月に入つてからも数回中型の産卵群が接岸するようである。このことから推察するに，中型群は九州西方海域を産卵場として集まり，1カ月あまりもこの近海に滞在して，その間に，完熟に達するに従つて産卵するものと思われる。つまり，女島漁場は中型産卵群を主体とし，ここで産卵されたものは内田ほか[8]も述べているように，対馬暖流に乗つてこれより北部の日本海のブリの供給源になるのではないかと思われる。そして，小型群は中型群よりもさらにおくれて5月中旬ないし下旬以降にたつて，より北方の海域で産卵しつつ次第に日本海を北上するのであろう。

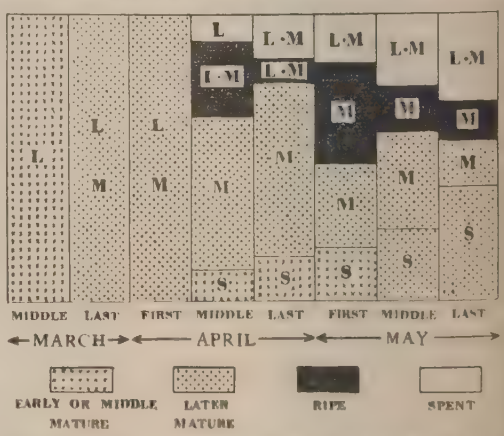



Fig. 2. A diagrammatical figure showing body-size composition and maturity grade from March to May of gonads of the Yellow-tail migrating to Meshima. L, larger size, more than 80 cm in fork length, or 9.7 kg in body weight; M, medium size, 70～85 cm., or 4.9～9.7 kg; and S, smaller size, 60～70 cm., or 3.4～4.9 kg.

以上に述べた女島漁場に来遊するブリ群の魚体の大きさと生殖腺の成熟度の時期的推移を模式的に示したものが Fig. 2 である。

結局，この女島漁場としては，それぞれの時期に産卵群の主群が接岸すれば豊漁となり，そうでないときは不漁となるのではないかと思われる。

## 文　　献


1) 三谷文夫：　ていち，(10)，158～161 (1956).
2) 　　－　　：　同上，(15)，35～43 (1958).
3) MITANI, F.:　Jap. J. Ecol., 8 (1), 7～11 (1958).
4) ――――――:　Ibid., 8 (2), 53～62 (1958).
5) ――――――:　Ibid., 8 (3), 99—101 (1958).
6) 石津　峻：　ていち，(8)，31～38 (1956).
7) 道津喜衛・水戸　敏・中原官太郎・庄島洋一：　対馬暖流開発調査第 4 回シンポジウム発表論文集，413～423 (1956).
8) 内田恵太郎・道津喜衛・水戸　敏・中原官太郎：　九大農学部学芸雑誌，**16** (3)，329～342 (1958).
9) 長崎県：　男女群島に就いて（プリント），30 pp.，(1950).
10) CLARK, F. N.:　Calif. Fish & Game Comm., Fish Bull., (42), 1～49 (1934).
11) 池田郁夫：　西海区水研報，(4)，35～61 (1954).
12) 岡田立三郎・久新健一郎：　同上，(7)，93～125 (1955).
13) 木村喜之助：　農林時報，昭和 16 年 9 月 1 日号，23～24 (1941).
14) ――――――:　東北海区水研報，(1)，54～62 (1952).
15) 内田恵太郎：　対馬暖流開発調査研究報告，(1)，111～115 (1954).
16) ――――――:　対馬暖流開発調査第 3 回シンポジウム発表論文集，333～335 (1955).
17) 道津喜衛・庄島洋一・竹下貢二：　ていち，(13)，19～32 (1957).
18) SHIMOMURA, T. & H. FUKATAKI:　Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6), 155～290 (1957).
19) 深滝　弘：　ていち，(16)，35～45 (1958).

# 揮発酸の溜出比による鮮度判定法の研究—IX.*

## 判定規準のカキへの適用性について

浅　川　末　三
（広島大学水産学科）

# Studies on Freshness Determination of Fish Meat by the Distillation Ratio of Volatile Acids—IX.

## On the Applicability of D. R. Value to the Determination of the Freshness of Oyster

Suezo ASAKAWA

D. R. value was measured on the Japanese oyster, *Ostrea* (*Crassostrea*) *gigas* THUNBERG, during the course of the deterioration of its freshness by the method described in the preceding papers of this series. The results indicated that (1) the D. R. value of very fresh oyster is smaller than that of fish flesh, (2) the value decreases rapidly as the freshness lowers, and (3) there is no relationship between D. R. value and the freshness (Tables 1~3).

The foregoing statement on the results is based on the following facts: (1) D. R. value was decreased by the presence of such a large amount of glycogen as is found in oyster (Tables 4 and 5), (2) there exists much differences between the composition of lower volatile acids produced during spoilage of oyster and that of ordinary fish flesh (Table 6), (3) in the case of oyster, higher volatile acids precipitated in the distillate, causing the D. R. value to decrease rapidly with the deterioration of freshness. Thus, D. R. value and freshness showed no correlation in oyster on account of the high glycogen content of the body and the various kinds of acids distilled out.

From the above, it was concluded that the "D. R. standard scale" previously proposed for fish flesh can not be applied to oyster, and no substitute standard scale was proposed for oyster.

揮発酸の溜出比 (D. R.) による硬骨魚類肉の鮮度判定規準を第 VII 報[1]に提案し，これが又軟骨魚類肉及びイカ肉にも適用できることを述べた。今回，同じ水産動物であるカキにも適用可能か否かを検討したところそれが困難なことを知りその原因について若干の考察を行つたので報告する。

### 実　験　の　部

#### 実験 I

**材料と方法:** 地先の養殖マガキ *Ostrea* (*Crassostrea*) *gigas* THUNBERG をむき身とし水道水にて洗滌後竹簀上で少時間水切をしたもの約 600g を蓋付きアルミ箱に入れ，室温（約 10°C）に放置して自然に鮮度を低下させた。この間約 100g (15~16 個体) ずつを分取してミキサーで細砕し，水分・pH・揮発性塩基窒素（以下 V-N と略す。微量拡散による硼酸吸収法[2]にて定量）・グリコーゲン (GOOD ら[3]の法によりグルコースを定量し，0.927 を乗じてグリコーゲン量とした) 及び乳酸 (FRIEDEMAN ら[4]の法を改変した微量拡散法[5]にて定量) を測定し，同時に先に設定した装置・条件[6),7)]に従つて D. R. を求め，更に官[illegible]

1958 年 9 月 22 日受理

* 1958 年 4 月 2 日　日本水産学会年会（東京）にて概要を発表した。

した。

**実験結果**: 実験開始日を0日とし，以降 1・2・3 及び5日目に上記事項を観測した結果を Table 1 に

す。

**Table 1.** Deterioration of freshness of round oyster stored at room temperature (ca. 10°C.)

| Days of storage | | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sensory test | | Good | | Good | | Good | | Faded | | Spoilage | |
| Moisture | % | 74.3 | | 74.6 | | 75.3 | | 75.0 | | 75.2 | |
| pH | | 6.6 | | 6.2 | | 6.1 | | 6.0 | | 5.0 | |
| Volatile-N | mg·% | 9.1 | | 10.9 | | 18.6 | | 25.1 | | 57.1 | |
| D. R. | | 102 | 102 | 69 | 69 | 66 | 66 | 68 | 69 | 63 | 64 |
| | | cc. | cc. | *cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. |
| Fract. of distillate | 0～ 50 | 1.515 | 1.060 | 2.720 | 2.800 | 5.060 | 5.470 | 7.615 | 7.155 | 11.65 | 11.80 |
| | 50～100 | 1.525 | 1.080 | 1.870 | 1.945 | 3.310 | 3.630 | 5.145 | 4.905 | 7.40 | 7.55 |
| | 100～150 | 0.930 | 0.705 | 1.630 | 1.740 | 2.290 | 2.540 | 3.585 | 3.605 | 5.00 | 5.25 |
| | 150～200 | 0.985 | 0.535 | 1.505 | 1.670 | 1.875 | 1.995 | 2.635 | 2.795 | 3.65 | 3.85 |
| Glycogen | mg·% wet | 7188 | | 7188 | | 6509 | | 6688 | | 6089 | |
| | g·% dry | 28.72 | | 28.28 | | 26.26 | | 25.97 | | 24.56 | |
| Lactic acid | mg·% wet | 35.1 | | 49.7 | | 77.8 | | 101.3 | | 234.5 | |
| | g·% dry | 0.14 | | 0.20 | | 0.31 | | 0.33 | | 0.95 | |

Figures represent the volumes of N/50 NaOH sol. required to obtain the D. R. values above.

試料としたマガキは，水揚後4時間内に処理したもので，肉眼観察では2日間何らの変化も感ぜられなかった。3日後は色沢がややあせたが未だ食用にさしつかえない状態，4日後に所謂初期腐敗の程度となり5日後には異臭を感じ明らかに腐敗した。この間 pH 及び V-N 等は Table 1 の如くに変化したが，従来魚において得た成績と異なる傾向を示したのは D. R. で，極く新鮮時より小さい値をとり，しかも1日後に70 以下に急減した。

遊離に含有されるグリコーゲンは漸減し，これに反し乳酸は増加した。これらは表中乾物に対する % で明かに認められる。

**実験 II**

**材料と方法**: 市販のカキむき身を約 500g ずつ2組に分け，1組は実験Ⅰと同様にアルミ箱に入れ（以下むき身試料という）他はミキサーで細砕後大型シャーレに入れ（以下細砕試料という）いずれも 20±1°C の恒温器内に放置して鮮度を低下させた。この両試料につき実験Ⅰと同じく経日的に諸事項を観測した。なお，むき身試料は約 100g (17～18 個体) を，細砕試料は先ず全体を均一に攪拌混合後その約 100g を分取毎回の供試料とした。

**実験結果**: 所定日毎の成績を，むき身試料は Table 2 に，細砕試料は Table 3 に示す。

肉眼観察によれば，両試料ともに2日後に初期腐敗と判定された。なおむき身試料は3日後に緑色を，5日後に淡桃色を呈する個体がかなり出現した。細砕試料は初め褐色均一の半流動状態であつたが，1日及び3日（1日後の供試料分取の為に攪拌混合してよりは2日目）の放置内は水分が分離してその上に肉質が半流状態であつた。その後5日目には水分の分離が見られなくなつたが，上面が一様に淡緑色となり腐敗臭も酸敗臭が強く感ぜられた。

Table 2 及び 3 に見る如く，いずれも鮮度低下に伴つて pH は酸性に移るが，細砕試料5日後には 4.2 迄となつた。又 V-N は増加を示し，これらの傾向は実験Ⅰと同じだが最高濃度が高いのでより大きい変化を示している。

D. R. は両試料間で少し異なつた点が見られる。即ち，むき身試料では1日後に急減しその後5日まで漸減したのに対し，細砕試料では1日後の減少度もやや緩く5日後には増大の傾向さえ示した。

グリコーゲンの減少・乳酸の増大傾向は実験Ⅰと同じだが，細砕試料では特に変化が著しかつた。

**Table 2.** Deterioration of freshness of round oyster stored at 20 ± 1°C.

| Days of storage | | 0 | | 1 | | 3 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sensory test | | Good | | Faded | | Spoilage | | Complete spoilage | |
| Moisture | % | 76.5 | | 76.7 | | 76.9 | | 78.5 | |
| pH | | 6.2 | | 6.0 | | 4.7 | | 4.6 | |
| Volatile-N | mg·% | 9.2 | | 16.8 | | 65.5 | | 165.8 | |
| D. R. | | 98 | 97 | 61 | — | 58 | 59 | 55 | 56 |
| Fract. of distillate | cc. cc. | *cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. |
| | 0～ 50 | 1.680 | 1.285 | 5.600 | — | 20.80 | 20.75 | 55.75 | 56.15 |
| | 50～100 | 1.640 | 1.245 | 3.400 | — | 12.10 | 12.30 | 30.90 | 31.35 |
| | 100～150 | 1.535 | 1.125 | 2.390 | — | 7.80 | 8.00 | 18.60 | 19.05 |
| | 150～200 | 1.455 | 1.055 | 1.860 | — | 5.30 | 5.50 | 11.90 | 12.20 |
| Glycogen | mg·% wet | 6836 | | 6685 | | 5882 | | 4427 | |
| | g·% dry | 29.13 | | 28.65 | | 25.45 | | 19.71 | |
| Lactic acid | mg·% wet | 38.2 | | 52.4 | | 276.1 | | 478.4 | |
| | g·% dry | 0.16 | | 0.22 | | 1.20 | | 2.13 | |

* See foot-note in Table 1.

**Table 3.** Deterioration of freshness of minced oyster stored at 20 ± 1°C.

| Days of storage | | 0 | | 1 | | 3 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sensory test | | Good | | Changed color | | Spoilage | | Complete spoilage | |
| Moisture | % | 76.5 | | 77.6 | | 80.7 | | 78.5 | |
| pH | | 6.2 | | 6.1 | | 4.6 | | 4.2 | |
| Volatile-N | mg·% | 9.2 | | 52.4 | | 120.9 | | 169.1 | |
| D. R. | | 98 | 97 | 69 | 70 | 67 | 68 | 74 | 73 |
| Fract. of distillate | cc. cc. | *cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. | cc. |
| | 0～ 50 | 1.680 | 1.285 | 14.96 | 14.96 | 28.70 | 29.00 | 33.65 | 33.25 |
| | 50～100 | 1.640 | 1.245 | 10.51 | 10.29 | 19.10 | 19.70 | 25.05 | 24.10 |
| | 100～150 | 1.535 | 1.125 | 7.67 | 7.42 | 13.40 | 13.85 | 18.75 | 17.55 |
| | 150～200 | 1.455 | 1.055 | 5.71 | 5.65 | 9.80 | 10.05 | 13.90 | 13.95 |
| Glycogen | mg·% wet | 6836 | | 2448 | | 1050 | | 1129 | |
| | g·% dry | 29.13 | | 11.04 | | 5.44 | | 5.26 | |
| Lactic acid | mg·% wet | 38.2 | | 127.8 | | 1517 | | 2303 | |
| | g·% dry | 0.16 | | 0.57 | | 7.86 | | 10.74 | |

* See foot-note in Table 1.

## 結果に対する考察

実験Ⅰでは4日後，実験Ⅱでは両試料とも2日後に初期腐敗状態と官能検査で判定されたが，これをV-よりみると 30～40 mg % を初期腐敗とする一般魚肉への規準がむき身には適用できそうに思える（Table 1 及び 2）。しかし細砕肉では1日後既にこれ以上に増加しており適用でき難いようである（Table 3）。

pH については，BALDWIN ら[8] がカキにおいて pH 5.8 を初期腐敗それより酸性を腐敗状態としている。本実験の結果も大体それに一致していた。

さて D. R. については，前項で指摘した如く極く新鮮時よりその値が魚肉に比べ小さく，更に[illegible]伴う減少度も著しく大であつた。今0日目の D. R. 値について，実験Ⅰの 102 は著者提案の規準[1]に従って鮮度を判定すると「普通」となり，実験Ⅱの 98～97 は「不良」となる。至両実験とも既に1[illegible]「後期腐敗」と判定したければならない。官能判定と比較してこれらは明らかに不都合で，魚肉[illegible]キには適用できないことを示す例である。それらは，カキ独自の規準を設定できるであろう。[illegible]その鮮度と D. R. 間に一定の相関が見出し難く，従って規準を設定することは出来ないと考える。[illegible]鮮度低下に伴って D. R. 値が減少する傾向は魚肉と同じであるが，Table 1 の3日後・Table 3 の5[illegible]

如く増大する場合も見られ，又 Table 1 と 2 の D. R. 値についてみても後者の1日以降の値は前者の日以降の鮮度状態を示す数値であつて，実際の鮮度状態を示すとはいえない。

**Table 4.** Steam distillation of glycogen solution

| Glycogen mg. | | 3 | 30 | 60 | 150 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| D. R. | | ? | 83 | 67 | 56 | 38 |
| act. of stillate | cc. cc. | *cc. | cc. | cc. | cc. | cc. |
| | 0～ 50 | 0.005 | 0.030 | 0.045 | 0.125 | 0.210 |
| | 50～100 | 0.000 | 0.025 | 0.030 | 0.070 | 0.080 |
| | 100～150 | | 0.000 | 0.005 | 0.005 | 0.060 |
| | 150～200 | | | 0.000 | 0.000 | 0.010 |
| | 200～250 | | | | | 0.000 |

See foot-note in Table 1.

**Table 5.** Steam distillation of fish flesh containing added glycogen

| g. of glycogen added to fish flesh 20g. | | 0 | 50 | 100 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|
| D. R. | | 121 | 119 | 119 | 117 |
| act. of istillate | cc. cc. | *cc. | cc. | cc. | cc. |
| | 0～ 50 | 0.338 | 0.365 | 0.383 | 0.395 |
| | 50～100 | 0.410 | 0.433 | 0.455 | 0.460 |
| | 100～150 | 0.430 | 0.450 | 0.493 | 0.495 |
| | 150～200 | 0.410 | 0.420 | 0.450 | 0.475 |

See foot-note in Table 1.

では何故にカキは極く新鮮時より D. R. が小さく，放置して急減し，又同じ鮮度でも異なつた値を取るか。著者はその要因として，多量に含有されるグリコーゲン及び生成酸の影響ではないかと考えた。

先ずグリコーゲンの影響を調べるため，アカエイ肝臓よりグリコーゲンをアルコール沈澱法[9]にて採取精製し，その水溶液を常法通り水蒸気蒸溜に付して Table 4 の成績を得た。即ち，グリコーゲンは硫酸々性下の水蒸気蒸溜で酸を溜出し，しかもグリコーゲン量に比例して多くなり第2溜出比（D. R. に相当）を減少することを見た。

更に新鮮なボラ肉（グリコーゲン含有量 35 mg %）に種々の量のグリコーゲンを添加し同様水蒸気蒸溜を行い Table 5 を得た。これによると，魚肉へのグリコーゲン添加量が多くなるほど D. R. は減少をしたが，Table 4 で得た結果よりみてその原因はまつたくグリコーゲンにあることが推定出来る。

て Table 5 で 150mg のグリコーゲンを添加したことは，魚肉のグリコーゲン量を 785mg % に増加たことになる。今もし実験Ⅰ・Ⅱの試料カキの如く 7188mg % 或は 6836mg % もの多量に増加するなど，初めの D. R. 121 は 80～90（外挿法にて概算）にまで減少するであろう。

上により，先に指摘したカキの D. R. 値が魚肉に較べ新鮮時より小く，又同一鮮度で異る値を取る要因グリコーゲン含有量の多少が関係していることが考えられる。

に D. R. 減少度の大なる理由を検討する為に，実験 Ⅱ の3日及び5日後の溜出液中の酸組成をヒドロ-ザム酸のペーパークロマト法[1]で調べ Table 6 を得た。これを D. R. 値と対照すると，D. R. の減少につてより高級酸が検出されてくる。この傾向は魚肉による同様実験，第 Ⅶ 報[1] の Table 2 或は第 Ⅷ[10]

**Table 6.** Spot color intensity of various acids on the paper chromatogram prepared by the hydroxamate method

| Sample | Round oyster (see Table 2) | | | | | | | | Minced oyster (see Table 3) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ys of storage | 3 | | | | 5 | | | | 3 | | | | 5 | | | |
| D. R. | 58 & 59 | | | | 55 & 56 | | | | 67 & 68 | | | | 74 & 73 | | | |
| ct. of dist.(cc.) | -50 | -100 | -150 | -200 | -50 | -100 | -150 | -200 | -50 | -100 | -150 | -200 | -50 | -100 | -150 | -200 |
| eric acid | ± | − | − | − | + | ± | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − |
| ylic acid | ++ | + | ± | ± | ++ | ++ | + | ± | + | ± | ± | ± | + | + | ± | − |
| pionic acid | +++ | ++ | + | + | +++ | ++ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | ± |
| tic acid | +++ | ++ | + | + | +++ | ++ | ++ | + | +++ | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| mic acid | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − | − |

: negative, ±: doubtful, +～+++: positive.

の Table 2 に示すものと似ている。しかしカキでは腐敗が進んでいるにも拘らず蓚酸又は醋酸の検出が悪く，酪酸が多い。このことは Table 3 にみられた5日後の D. R. 増大傾向の一原因とは考えられるが，D. R. 減少の要因とは思われがたい。この様な酸組成は一般魚肉では腐敗前に見られるもので，この点カキと魚肉との腐敗過程が大いに相違している。この相違は炭水化物を多く含有するカキでは所謂 Protein sparing action の効果が魚肉より顕著に現われるので当然であろう。

所で，検出された様な酸組成に拘らず D. R. が魚肉より小さいのは恐らく高級酸（$C_6$ 以上の）の混在によるものと思われる。即ち，カキの水蒸気蒸溜の場合には，鮮度低下初期より溜出液のクーラーに多量の着物が生じ次第に受器へ落下した。この附着物は中村ら[11]がイシイルカ脳油で検討した様に，水蒸気揮発酸を主体とするものでここに採用したペーパークロマト法では検出されない。しかし附着物をエーテルで溶解してアルカリで中和すると多量にアルカリを消費したことより高級酸であることが推定出来る。

又同じ（或は近似の）D. R. 値を与える溜出液の滴定酸度を魚肉，例えば第 VII 報[1]の Table 1 と比較するにカキが常に高値を取つている。これは低級酸の量が魚肉より多いことの外に上記により $C_6$ 以上の不溶性揮発酸の混在が疑える。即ち，カキでは鮮度低下初期より $C_6$ 以上の高級揮発酸が溜出される為に，D.R. は急減すると考える。なお D. R. を変動させる乳酸量は魚肉に比し概して多くないので (Table 1～3) この影響は少いものと思われる。

これを要するに，カキではグリコーゲンが多量に含有されている為に極く新鮮時より D. R. 値が小さく，鮮度低下により魚肉と異る高級揮発酸が中期より溜出して D. R. を急減する。更に残存グリコーゲン量及び生成揮発酸組成が試料により相違する為に鮮度と D. R. とが一定の相関をなし難いものと推察した。

## 摘　　要


1. 著者提案の D. R. による鮮度判定法がカキにも適用可能かどうかを検討する為にマガキで実験を行い，次の結果を得た。
   a. 極く新鮮時より魚肉に比し過小の D. R. 値を与えた。
   b. その D. R. は鮮度低下に従い魚肉と同様に減少傾向を示すが，魚肉より急激であつた。
   c. 試料が相違すると，官能的には同じ鮮度状態でも異なつた D. R. を与えた。
2. これらの要因を次のように考察した。
   a. カキの如くグリコーゲンを多量に含有する場合には D. R. を過小にする。
   b. カキは鮮度低下により魚肉と異なつた低級揮発酸組成を示す一方，高級揮発酸を溜出する為に，D. R. は急減する。
   c. グリコーゲン及び揮発酸の消長が試料により相違する為に，鮮度と D. R. とが一定の相関を示し難い。
3. 以上より魚肉の判定規準がカキには適用できないばかりか，独自の規準設定も困難であつた。


本報文作成に当り，当学科滝教授及木教授並びに小山助教授の御協力を得た。附記して謝意を表する次第である。

## 文　　献


1) 浅川末三：本誌，**20**, 158 (1954).
2) 石坂音治：“微量元素検査分析提要”，柴田化学器械工業 KK 版，東京 (1951), p. 9.
3) C. A. Good, H. Kramer and M. Somogyi: *J. Biol. Chem.*, **100**, 485 (1933).
4) T. E. Friedeman and A. T. Kendall: *J. Biol. Chem.*, **82**, 23 (1929).
5) 石坂音治：“微量元素検査分析提要”，柴田化学器械工業 KK 版，東京 (1951), p. 39.
6) 浅川末三：本誌，**19**, 124 (1953).
7) 〃　〃：〃，**20**, 151 (1954).
8) W. H. Baldwin et al.: U. S. Fish & Wildlife Serv., Bull. F. I. 2469-k (1941).
9) 東大農化編：“実験農芸化学”下巻，朝倉書店，東京 (1952), p. 405.
10) 浅川末三：本誌，**23**, 463 (1957).
11) 中村幸彦・辻野　勇：農化，**26**, 642 (1952).

# Multiple Hemoglobins in Fish*

Kanehisa Hashimoto and Fumio Matsuura
*(Faculty of Agriculture, The University of Tokyo)*

It had been thought usually that only one type of hemoglobin (Hb) exists in the blood of normal adult animals, until two sheep Hb's, whose solubilities and crystal habits differ from each other, were found in 1952 by Karvonen[1].

Thereafter, similar phenomena were reported on Hb of normal animals of various species[2-9]. As for fish Hb, however, there are few articles, except Pedersen's[10] in which the electrophoretical heterogeneity of Hb of a fish, *Opsanus tau*, is described, and the present authors' observation[11] that tuna Hb separates into two components in electrophoresis.

Therefore, it seemed interesting to the authors to investigate extensively existence of multiple Hb's in fishes, and the present study was undertaken. Results showed that Hb of most fishes studied here is not homogeneous electrophoretically, but composed of two or three components.

Since the separation of two components of Hb was apparent, especially in the case of salmon, this plurality was examined further by measuring solubility curve, heat coagulation curve, and column chromatographic behavior and the similar heterogeneity as in the electrophoresis was confirmed.

## Material and Methods

*Material*: Blood Hb of the following species was used; yellowtail, *Seriola quinqueradiata*; swordfish, *Makaira mitsukurii*; chum salmon, *Oncorhynchus keta*; rainbow trout, *Salmo irideus*; and carp, *Cyprinus carpio*. The blood was obtained by cutting carotid artery or tail from live body in case of the latter three and from dead body (ice-stored for one or two days) in case of the former two. The oxalated blood was then treated as usual; blood cells were separated by centrifugation, washed with saline, hemolysed with water, and the stroma was centrifuged off. The hemolysate thus obtained was analysed immediately.

*Electrophoresis*: Electrophoretic analyses were carried out by a Tiselius electrophoresis apparatus (Hitachi D-type), in a veronal buffer (pH 8.6, $\Gamma/2$ 0.1) and a phosphate buffer (pH 8.0, $\Gamma/2$ 0.1) at 3～4°C. Most of the analyses were made on fresh hemolysates containing only oxy Hb, but in the case of carp on the hemolysate oxidized with ferricyanide, too.

*Received June 11, 1958.*

* Read before the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries on April 3, 1957.

*Measurement of Solubility Curve*: Solubility curve of salmon Hb was determined in ammonium sulfate solution (pH adjusted to 6.9 with ammonium phosphate) at 20°C. Carbonyl form was selected, considering its stability. The procedure adopted was substantially the same as that of ROCHE[2] or ITANO[12]. Concentration of Hb was determined spectrophotometrically on the basis of $\epsilon_{540m\mu}^{1mM}=11.5$ of cyanmet Hb reported by DRABKIN[13].

*Measurement of Heat Coagulation Curve*: As details are reported elsewhere[11], only the outline is given below. Heat coagulation of protein is influenced by many factors, such as temperature, duration of heating, pH, sort and concentration of salt, vessel, and concentration of protein, etc., and moreover by sort of derivative in the case of chromoprotein. When a series of protein solutions is heated at various temperatures, all the other factors being fixed, a S-shaped curve (heat coagulation curve) is obtained by plotting remaining amounts of Hb against temperatures. Each five m*l*. of Hb solution (final concentration 0.075%) diluted with phosphate buffer (final concentration 0.2 M and final pH 6.7) was pipetted into small test tubes (16×110 mm.). The tubes were stoppered by rubber stoppers, and kept immersed in ice-water. After heating at various temperatures for five minutes, each tube was immersed immediately in ice-water again, and concentration of Hb remainining soluble in supernatant measured spectrophotometrically after centrifugation. Coagulation curves were measured on four derivatives such as met-, cyanmet-, reduced-, and carbonyl-Hb.

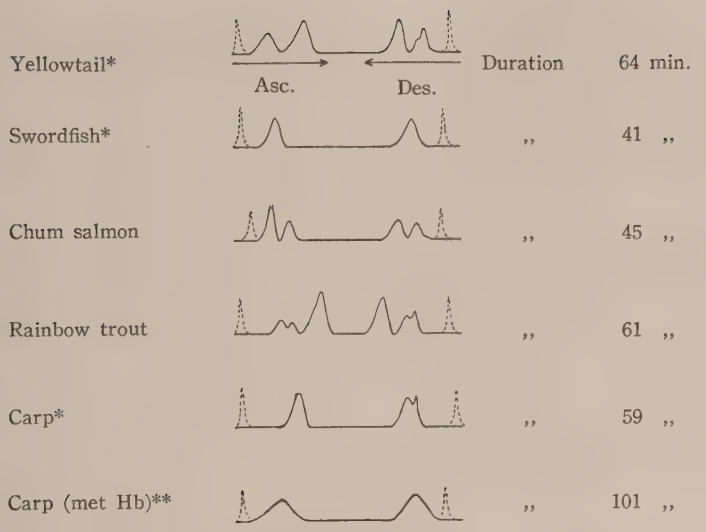
*Column Chromatography*: Columns (15×100 mm.) filled with Amberlite XE-64, were used[16]. As developing agents citrate and phosphate buffers of various pH's and concentrations were used. Hb was either met or carbonyl form, and the operation was carried out at room temperature (10~15°C.), as it took only about one hour for one performance.

*Spectrophotometry*: Spectrophotometric measurements were carried out with a BECKMAM DU spectrophotometer.

## Results and Discussion

Electrophoretic results show that Hb consists of two (one case of carp, and chum salmon) or three components (yellowtail, rainbow trout), whereas Hb of carp (another case) or swordfish is homogeneous (Fig. 1). The percentage composition and electrophoretic mobility of each component are given in Table 1, each component being designated component I, II, and III in decreasing order of mobility.

Number of components, percentage composition and mobility of each component are different among species. In the cases of Hb's of yellowtail and rainbow trout, which are composed of three components, it is noted that component I holds a majority, followed by component III and II, and the electrophoretic mobilities of component II and III differ only slightly from each other. However, it is somewhat questionable whether the presence of three components in trout Hb is intrinsic, because of a pos-




* Ascending pattern was also separated into three (yellowtail) or two components (carp), after longer duration of electrophoresis.
** Phosphate buffer of pH 8.0, $\Gamma/2$ 0.1.

**Fig. 1.** Electrophoretic patterns of Hb's of fish in veronal buffer of pH 8.6, $\Gamma/2$ 0.1 (unless otherwise specified). Initial boundaries are shown by dotted lines.

**Table 1.** Electrophoretic analyses of Hb's of fish. For each component, values for the first reading give amount in per cent; for the second reading mobility $\times 10^5$ cm.$^2$volt$^{-1}$sec.$^{-1}$

| Kind of fish | No. of animals | Component | | | Buffer |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| yellowtail *Seriola quinqueradiata* | 1 | 51<br>2.0 | 14<br>1.2 | 35<br>1.0 | veronal, pH 8.6 |
| swordfish *Makaira mitsukurii* | a few* | 100<br>1.8 | | | phosphate, pH 8.0 |
| chum salmon *Oncorhynchus keta* | 1 | 55<br>2.3 | 45<br>1.2 | | varonal, pH 8.6 |
| rainbow trout *Salmo irideus* | 5* | 59<br>2.6 | 17<br>1.8 | 24<br>1.6 | |
| carp *Cyprinus carpio* | 1 | 73<br>1.8 | 27<br>1.5 | | |
| carp *Cyprinus carpio*** | 1 | 100<br>0.7 | | | phosphate, pH 8.0 |

* Combined.
** Met Hb from another individual.

sibility that state of health or race of each individual might be not completely same. In the cases of carp (oxy form) and chum salmon too, the faster component is dominant. The mobilities of two components of carp Hb are comparatively close, while component I of salmon Hb is twice as faster as component II.

In the cases of carp (met form) and swordfish (both in phosphate buffer), homogeneous Hb was observed. The homogeneity was maintained throughout the electrophoresis (235 min. (carp), and 177 min. (swordfish)). It seems certain that the homogeneity of these Hb's is not due to difference of buffers, in view of the fact that Hb of tuna and horse[11] showed multiple components even in the phosphate buffer. However, why carp Hb is separated into two components in oxy form and not in met form, though each sample is not from the same individual, is not clear. There is no reason to believe that met form is not separated into two components at higher or lower pH's.

Thus, as it seemed to be necessary to examine whether electrophoretically distinguishable multiple Hb's show similar differences in the other properties or not, some experiments were carried out on salmon Hb which showed a comparatively nice separation among the fishes tested, and results as expected were obtained. To begin with, as shown in the solubility curve (Fig. 2), a critical zone is located around $\Gamma/2$ 7.15, the presence of which is an indication of existence of two components. Heat coagulation curves of some derivatives are shown in Fig. 3. Though heat stability increases in the order of met-, cyanmet-, carbonyl-, and reduced-Hb, each coagulation curve is two-stepped and interpreted to be composed of two curves of two Hb's which differ in heat stability. The relative ratio of two components as estimated by height of the halfway plateaus of the curves is about 55%

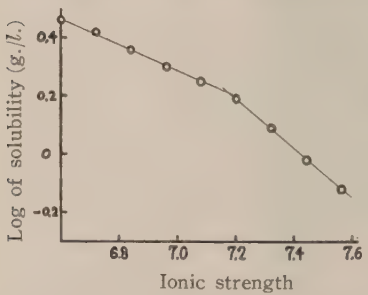



**Fig. 2.** Solubility curve of salmon carbonyl Hb in ammonium sulfate solution of pH 6.9 at 20°C.

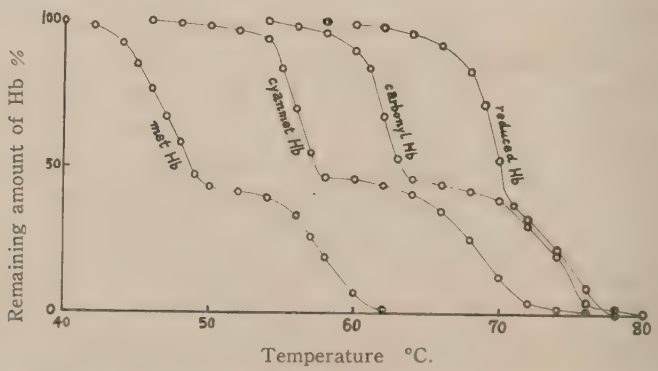



**Fig. 3.** Heat coagulation curves of salmon Hb in 0.2 M phosphate buffer of pH 6.7; initial Hb concentration 0.075%.

(heat-unstable component) to 45% (heat-stable), which agrees well to the ratio determined electrophoretically (Table 1).

Separation of carbonyl Hb's of salmon by ion exchanger was then tried using a citrate buffer (pH 5.8, $Na^+$ 0.34 g. ions/*l*.), by which BOARDMAN[15] separated successfully fetal and adult carbonyl Hb of sheep, but it resulted in no separation. By lowering the pH to 5.7, an appreciable separation into two bands occurred. Experiments were performed on met Hb, too, and a fairly good separation was seen when using a citrate buffer (pH 6.5, $Na^+$ 0.17 g. ions/*l*.) or a phosphate buffer (pH 6.5, 0.1 M) as developer.

All these results coincide with the electrophoretic observation on salmon Hb. Separation and comparison of some physico-chemical properties of two Hb's of salmon will be reported in the following paper[16].

## Summary

1. It was shown electrophoretically that multiple Hb's occur in blood of some fishes such as yellowtail, salmon, trout, and carp.

2. The heterogeneity of salmon Hb was further confirmed in tests of solubility, heat stability, and chromatographic behavior.

The authors are indebted to Dr. T. MORI for his interest and encouragement in the course of this work and Mr. M. TANIZAKI of Fisheries Directory Centre of Nagano Prefecture for the supply of material. The authors wish to thank also to Mr. A. SASAKI for his technical assistance.

The expenses of this investigation were defrayed in part by a research fund granted from the Ministry of Education.

## References

1) KARVONEN, M. J., and LEPPÄNEN, V.: *Ann. Med. Exptl. et Biol. Fenniae* **39**, 14 (1952).
2) ROCHE, J., DERRIEN, Y., REYNAUD, T., LAURENT, G., and ROQUES, M.: *Bull. Soc. Chim. Biol.* **36**, 51 (1954).
3) HAUROWITZ, F., HARDIN, R. L., and DICKS, M.: *J. Phys. Chem.* **58**, 103 (1954).
4) HARRIS, H., and WARREN, F. L.: *Biochem. J.* **60**, xxix (1955).
5) CABANNES, R., and SERAIN, C.: *Compt. Rend. Soc. Biol.* **149**, 7, 1101, 1193 (1955).
6) GIRI, K. V., and PILLAI, N. C.: *Nature* **178**, 1057 (1956).
7) DUNLAP, J. S., JOHNSON, V. L., and FARNER, D. S.: *Experientia* **12**, 352 (1956).
8) RODNAN, G. D., and FRANKLIN, G. E.: *Feder. Proc.* **15**, 155 (1956).
9) DESSAUER, H. C., FOX, W., and RAMIREZ, J. R.: *Arch. Biochem. Biophys.* **71**, 11 (1957).
10) PEDERSEN, K. O.: *Kolloid-Z.* **63**, 268 (1933).
11) MATSUURA, F., and HASHIMOTO, K.: *This journal* **23**, 222 (1957).
12) ITANO, H. E.: *Arch. Biochem. Biophys.* **47**, 148 (1953).
13) DRABKIN, D. L.: *Am. J. Med. Sci.* **209**, 268 (1945).
14) MATSUURA, F., and HASHIMOTO, K.: *This journal* **24**, 725 (1959).
15) BOARDMAN, N. K. and PARTRIDGE, S. M.: *Biochem. J.* **59**, 543 (1955).
16) HASHIMOTO, K., and MATSUURA, F.: *This journal* **24**, 719 (1959).

Addendum, June 10, 1958: Recently, the presence of two Hb's in the blood of a teleost, *Scorpaenichthys marmoratum*, was found by alkali denaturation method (MANWELL, C.: *Sci.* **126**, 1175 (1957)). This and the present results make us suppose that heterogeneity of blood Hb is fairly ubiquitous in fishes.

# Comparative Studies on Two Hemoglobins of Salmon*

Kanehisa Hashimoto and Fumio Matsuura
*(Faculty of Agriculture, The University of Tokyo)*

In the preceding paper[1], it was reported that multiple hemoglobins (Hb's) were observed electrophoretically in some fishes such as yellowtail, trout, and salmon, and the further investigation on salmon Hb resulted in confirming the similar multiplicity in the tests of heat coagulation, solubility, and column chromatography. It seemed necessary, therefore, to prepare these components for detailed comparative studies. The separation of two components was effected successfully by means of a zone electrophoresis and some properties such as electrophoretic behavior, heat coagulability, and solubility were compared between these components.

## Material and Methods

*Material*: Blood used was from chum salmon, *Oncorhynchus keta*, which came up a river in Yamagata Prefecture in December, 1957, to spawn. The blood was drawn from carotid artery individually (eight females and three males) and brought back to our laboratory keeping ice-cold. The oxalated blood was treated as usual and the hemolysate obtained thus was used in the experiments. The samples were kept in a refrigerator at −20°C.

**(I) Preparation of two Hb's** For the purpose of separation of Hb's, an electrophoresis was carried out using starch as supporting medium in a plastic column (5 cm. wide, 45 cm. long, and 2 cm. deep)[2,3]. Veronal buffer of pH 8.6 and $I/2$ 0.1 was used in consideration of the results of preliminary electrophoretic experiments. The Hb, which was autoxidized to met form for the most part during storage, was used. Duration of electrophoresis was about 15 hrs., electric current 15 mA., and potential 600 V. Temperature was maintained below 5°C. during electrophoresis.

**(II) Methods of Analysis** The two components separated as described above, were analysed by the following methods.

*Moving Boundary Electrophoresis*: Electrophoretic analyses of each component of salmon Hb were performed with a Tiselius apparatus, in buffers of phosphate (pH 5.65～8.0) and veronal (pH 8.6), the ionic strength being fixed on 0.1. Temperature was 3～4°C.

*Received June 11, 1958.*

* Read before the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries on April 2, 1958.

*Measurement of Solubility Curve*: Solubility curve of each component was measured in a phosphate buffer of pH 6.6 at 20°C. for the convenience of comparing with the solubilities of Hb's of other fishes[4]. See the previous paper[1] for the procedure.

*Spectrophotometry*: Spectra of various derivatives of each component in visible and near ultraviolet region were measured by a BECKMAN DU spectrophotometer. Concentration of Hb was calculated on the basis of $\epsilon_{540\,m\mu}^{1\,mM}=11.5$ for cyanmet form reported by DRABKIN[5].

*Measurement of Heat Coagulation Curve*: See the preceding paper[1].

*Column Chromatography*: See the preceding paper[1].

## Results and Discussion

The relative amount of two components in fresh individual Hb samples was estimated by the heat coagulation method: Hb solution oxidized to met form with a trace of ferricyanide was heated at 52°C., the temperature at which the heat-unstable component was found to coagulate completely under the condition adopted here[1]. Results showed that regardless of individual or sex, both components were found to be present in an almost constant ratio; the heat-unstable component at about 55%, and the heat-stable at about 45% (similar results were obtained also in the last year when five female and two male samples were examined). Therefore all individual samples were mixed and used for starch electrophoresis.

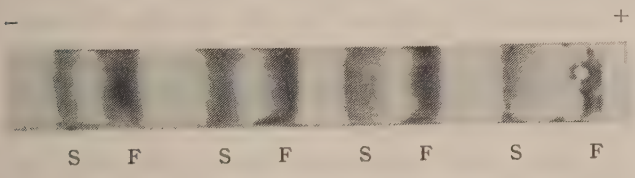



**Fig. 1.** Separation of two components (F and S) of salmon Hb on starch electrophoresis. Sample was charged in four bands each of which separated in turn into two bands. A few hundred milligrams of sample were used for each run. See the text.

Results of starch electrophoresis were very satisfactory, and salmon Hb separated into two well-defined bands (Fig. 1). As the sample contained both met and oxy Hb, the result shows a similarity of electrophoretic behavior of met and oxy Hb of each component under the condition. Although both components of salmon Hb were expected to migrate to anode at pH 8.6, one of them migrated cathodically (may-be due to electroosmosis). As seen later, the component that migrated anodically corresponds to the fast component and another component to the slow one in moving boundary electrophoresis at physiological or alkaline pH. Therefore the former is termed component F, the latter component S.

Each component could be easily extracted from starch block with distilled water. From these extracts crystallization of Hb was attempted without success. Hence in the following experiments were used the amorphous matters, oxidized completely with a trace of ferricyanide.

In the moving boundary electrophoresis, each component was homogeneous at various pH's. The resultant pH-mobility curves are shown in Fig. 2. In alkaline pH range, the mobility of component F is greater than that of component S and this difference increases with pH, while in strongly acidic range component S moves faster than component F, both curves running approximately parallel. The fact that the mobility of component S was almost constant between pH 7 and 8 indicates a probable paucity of dissociable imidazole groups as seen in the case of cytochrome c[6,7]. The isoelectric point is found at pH 6.4 for component F, and pH 6.7 for component S.

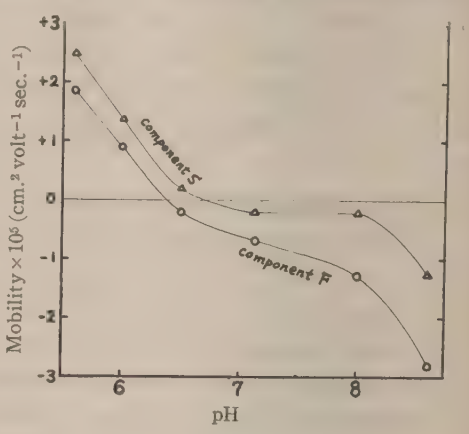



**Fig. 2.** pH-mobility curves of two components of salmon Hb.

Solubility curves of two Hb's differ fairly markedly from each other: e.g., component S is ten times more soluble than component F at $I'/2$ 5.0 (Fig. 3). The difference, however, tends to decrease as ionic strength increases, which makes impossible a quantitative separation of the two components by salting out. So was the case in which phosphate buffer was replaced with ammonium sulfate (pH 6.9): neither fraction which precipitated at a far lower ionic strength, nor fraction which remained soluble at a higher ionic strength than the ionic strength of critical zone (7.15)[1] was found to be contaminated with an appreciable amount of another component. The solubility of component S is near to that of swordfish or tuna Hb among the fishes studied[4].

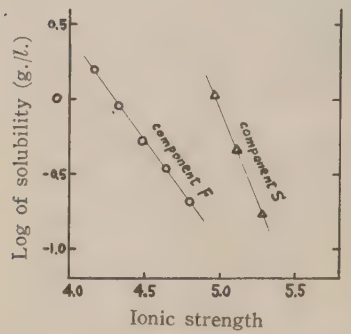



**Fig. 3.** Solubility curves of two components of salmon Hb in phosphate buffer of pH 6.6 at 20°C.

Next, the heat coagulation curves of met and cyanmet derivatives of both Hb's were measured. As seen in Fig. 4, each Hb is nearly free from the other. Both in met and cyanmet form, component S is more heat-stable than component F, and these curves are located at the positions which are expected from the curves of the original Hb itself (see the previous paper[1]). The positions of curves of component F are near to those of comparatively heat resistant Hb of fish (e.g., tuna[8]) and those of component S shift towards higher temperatures by 10°C. or so than component F, which is a noticeable fact.

Spectrophotometric investigation showed that in visible region there is no difference between two components, and between these and Hb of the other fishes[9], while in

near ultraviolet region slight but significant differences were discerned (Fig. 5). In addition to the small differences of the spectrophotometric constants between the two, the spectra of derivatives of component F shift more or less towards longer wavelengths than those of component S. Moreover, the positions of maxima of component F agree well with those of fish myoglobin (Mb) (e.g., tuna[10]) and component S with those of fish Hb (e.g., tuna[10]). In measurements, an attention was paid on wavelength setting in spectrophotometry.

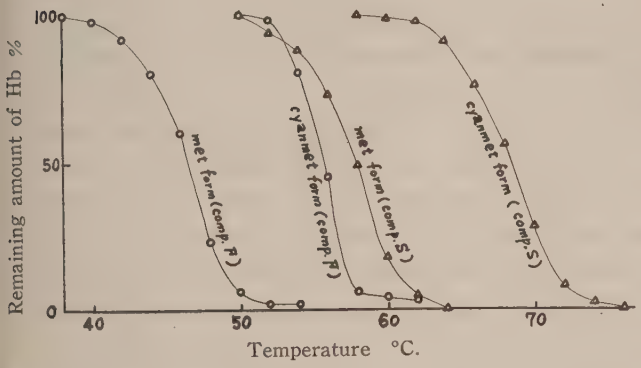



**Fig. 4.** Heat coagulation curves of two components of salmon Hb in 0.2 M phosphate buffer of pH 6.7. Refer to the previous paper[1] for detail.

Lastly, column chromatographic behavior of both components was examined using a citrate buffer (pH 6.50, $Na^+$ 0.17 g. ions/*l*.) as developer. Each component moved down the column as a single band, component F being faster than component S.

As described above, component S is more resistant to heating, behaves less anionically in electrophoresis in alkaline pH region, and is more soluble in phosphate buffer, than component F. All these differences between component S and F, correspond more or less to the general differences between fish Mb and Hb. However, the relation between their near ultraviolet spectra was rather reverse, component F corresponding to Mb.

Lately, an investigation on two Hb's of sheep was published by VAN DER HELM[11]. Differences in physico-chemical properties between them are comparable in some respects (solubility, electrophoretic and chromatographic properties) with the differences between two

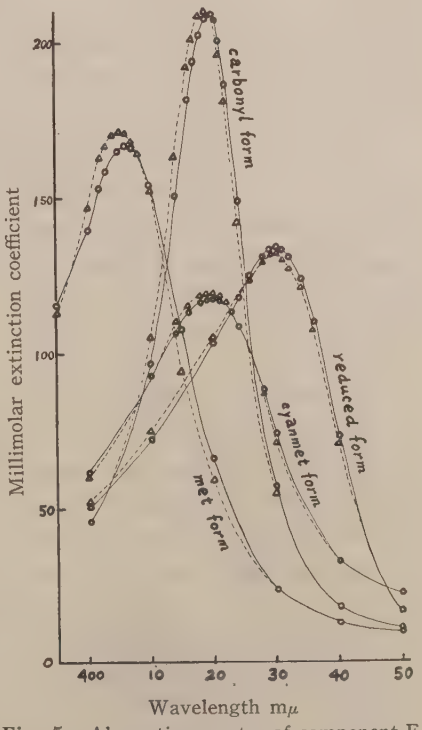



**Fig. 5.** Absorption spectra of component F (full-lines) and component S (dotted-lines) of salmon Hb in nearultraviolet region.

Hb's of salmon, though one component of sheep, which corresponds apparently to component S in the present study, is less resistant to denaturation with alkali, not with heat, than the other is.

One may doubt if either of two components of salmon Hb will be a denaturation product. Though no definite conclusion can be drawn on the problem at present, the following facts will be, even if not positive, indicative of that both components are native. The first is that the two components occurred always in an almost constant relative amount in fresh blood of salmon so far as investigated, supporting more strongly a possibility that each component may play a peculiar physiological role rather than a possibility that one native and one denatured Hb exist in an equilibrium. The latter possibility will be weakened further by the second fact, which is that when each component as separated by starch electrophoresis was examined electrophoretically after storage for a few months, it remained unchanged. Therefore none of them seems to be a denaturation product.

For elucidation of the existence of these components, further experiments are in progress.

## Summary

1. It was found that there are two Hb's (component F and S) in blood of chum salmon, the ratio of these Hb's in amount being almost constant (component F 55 to component S 45).

2. Component F and S were separated from each other by means of starch electrophoresis and some properties were compared with each other. Component S is less anionic electrophoretically, more soluble in phosphate buffer, more resistant to heat coagulation, and moved slower in column chromatography than component F. The near ultraviolet spectra of component F shift towards longer wavelengths than those of component S.

The authors are grateful to Dr. T. Mori for his continuous interest and encouragement in the course of this work and to Dr. T. Kobayashi for his kind instruction to starch block zone electrophoresis. The authors wish also to thank Mr. S. Kobayashi for his technical assistance.

The expenses of this investigation were defrayed in part by a research fund granted from the Ministry of Education.

## References

1) Hashimoto, K., and Matsuura, F.: *This journal* **24**, 719 (1959).
2) Kunkel, H. G.: Methods of Biochem. Analysis Vol. 1, Intersci. Publ., New York (1954), p. 141.
3) Kobayashi, T.: *J. Agr. Chem. Soc. Japan* **31**, 865 (1957).
4) Matsuura, F., and Hashimoto, K.: *This journal* **22**, 408 (1956).

5) Drabkin, D. L.: *Am. J. Med. Sci.* **209,** 268 (1945).
6) Tint, H., and Reiss, W.: *J. Biol. Chem.* **182**, 385 (1950).
7) Matsuura, F., and Hashimoto, K.: *This journal* **24**, 216 (1958).
8) Matsuura, F., and Hashimoto, K.: *This journal* **24**, 724 (1959).
9) Matsuura, F., and Hashimoto, K.: *This journal* **21**, 1158 (1956).
10) Matsuura, F., and Hashimoto, K.: Unpublished data.
11) van der Helm, H. J., van Vliet, G., and Huisman, T. H. J.: *Arch. Biochem. Biophys.* **72**, 331 (1957).

# 血合筋肉の化学的研究—IX.
## ミオグロビン及びヘモグロビンの熱凝固性の比較*

松浦文雄・橋本周久・春田直久
(東京大学農学部)

# Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—IX.
## Heat Coagulability of Red Muscle Myoglobin and Blood Hemoglobin

Fumio Matsuura, Kanehisa Hashimoto, and Naohisa Haruta

Heat coagulability of myoglobin (Mb) and hemoglobin (Hb) of some fishes was compared under the conditions described below. Mb or Hb aq. solution was mixed with phosphate buffer to obtain a final concentration of pigment of 0.075%, and a final concentration and a final pH value of buffer, 0.2M and 6.7, respectively. These conditions were based on the results of preliminary experiments (cf. Figs. 1 and 2). The solution of various derivatives of pigment was prepared by ordinary methods, using 1 drop of 1% ferricyanide solution as oxidizing agent, 3mg. of solid KCN for cyanmet formation, and 3mg. of solid $Na_2S_2O_4$ as reducer, per 5 m*l*. of the solution.

The subsequent procedure is essentially the same as that of Betke[7]. Each 5m*l*. of the solution was pipetted into test tubes (16×110mm.), the tubes being stoppered with rubber stoppers and kept immersed in an ice-water bath. After heating at various temperatures in a water bath for 5min., each tube was immersed immediately in the ice-water bath again, and the concentration of pigment in the supernatant determined spectrophotometrically. Then a curve (termed heat coagulation curve) is obtained by plotting the remaining amounts of pigment against the temperatures. The heat coagulation curves of both pigments are shown in Fig. 3. The noticeable points of these results are as follows:

(1) The positions of heat coagulation curves were different among species, Mb and Hb, and derivatives, and the slope of curve of Mb was generally steeper than that of Hb.

(2) On both Mb and Hb, met form was the most heat sensitive, followed by cyanmet form, while carbonyl and reduced forms were comparatively stable.

(3) Each derivative of Hb in a species coagulated at far lower temperatures than the corresponding one of Mb, and this tendency was marked in met and cyanmet forms.

(4) Species specificity of Mb in heat coagulability was fairly evident, which makes it possible to divide the fishes tested into two groups; a group having heat resistant Mb such as tuna, bonito, and swordfish, and another group having heat irresistible Mb such as yellowtail, saury-pike, and mackerel. Both Mb and Hb of horse, studied for reference, were found to be very heat resistant as compared with the pigments of fish.

(5) Under the conditions employed, however, there was a limit of temperature beyond which no further coagulation of pigment was measured, in the case of Mb of bonito, swordfish, and horse.

筋肉中の myoglobin (Mb と略記) 及び hemoglobin (Hb と略記) を個別に或は同時に定量する何れの方法に於いてもその原理はこれらの色素夫々に特有な吸収スペクトル (主に可視部) の性質を利用するにある。この場合究局に於いてスペクトル測定に付すべき色素蛋白溶液は透明であることが望ましい。従つて溶液に濁りを与える主因である混在蛋白成分を可及的除去するため諸種の工夫がなされており[1-3],その一つに加熱

1958 年 6 月 24 日受理

* 本報告の大要は昭和 30 年 10 月 28 日及び昭和 31 年 10 月 10 日，日本水産学会大会にて講演した。

処理の方法がある[4]。然しこの場合には当然色素蛋白自身に及ぼす加熱の影響等につき充分検討しておかねばならない。他方蛋白の熱に対する安定性如何はその調製乃至貯蔵に当つても考慮を要する問題である。

上記の意味で魚肉色素蛋白の定量の目的には如何なる加熱条件が適当であるかを検討したいと考え，先ずその基礎として魚類の Mb, Hb の純粋標品を用いて熱凝固の性質を調べて見た。処が予備試験の結果面白いことには一般に両色素蛋白間に可成り判然とした凝固温度の差が存在することが判つた。そこで当初の目的とは稍々異るが，この事実を応用すれば筋肉抽出液からの Hb の除去が容易となり，Mb の分離定量更にはその調製にも役立て得るのではないかと考えるに至つた。よつて両色素蛋白の熱凝固に際しての諸条件の影響を検討し，次いでその結果を考慮して選んだ一定の条件下での両色素蛋白の熱凝固性の比較研究を行つた結果を報告する。

## 実 験 の 部

**試料:** 魚種としてはホンマグロ *Thunnus orientalis*, マカジキ *Makaira mitsukurii*, カツオ *Katsuwonus vagans*, ブリ *Seriola quinqueradiata*, サンマ *Cololabis saira*, サバ *Scomber japonicus* の6種を選びこの他対照としてウマを選んだ。これらの魚種の Mb は血合筋肉から，またウマのは心筋から既報[5]の如くして夫々結晶化して供試した。Hb はウマ（結晶）を除き洗滌血球から得た hemolysate を用いた。各種誘導体の調製法並びに以後の取扱い方法は略々前報[5,6]記載の通りであるがこれらの調製に際して添加する赤血塩，KCN, $Na_2S_2O_4$ の量も色素蛋白の熱安定性に影響を与えるので予備実験を行つたところ，赤血塩の添加量は色素蛋白溶液 5 m*l* 当り（以下すべて同様）1% 濃度のもの1滴の場合（本実験に用いた濃度の色素蛋白の met 化にはこの量で充分である）も，10% のもの1滴の場合も同じ結果を与えたので前者を採つた。KCN, $Na_2S_2O_4$ の量は夫々 3 mg までは添加量の増加に伴つて色素蛋白の凝固温度が多少高まる傾向が見られたが，それ以上は凝固温度の変化が極めて小さくなることが判つた。よつて以下の実験では色素蛋白溶液 5 m*l* につき KCN, $Na_2S_2O_4$ の使用量を夫々 3 mg とした。

**加熱方法:** BETKE[7] の方法に略々倣つたが細目に於いて改変を加え次の如くした。即ち内径 16 mm，長さ 110 mm，硝子壁の厚さ 1 mm 弱（容量約 20 m*l*）の試験管を揃え，目的の誘導型態とした色素蛋白溶液 5 m*l* を秤取し，パラフィン紙で下面を掩つたゴム栓を施した上，水浴中に上方から吊した金網籠の中に立て試験管内の液面が水浴のそれより 1～2 cm 下となる様に浸けて加熱を行つた。水浴は攪拌器で絶えず攪拌しながら一定時間所定の温度に保つた。なお加熱の前後，試験管を氷浴中で冷却し，室温の変化等による誤差の排除に努めた。

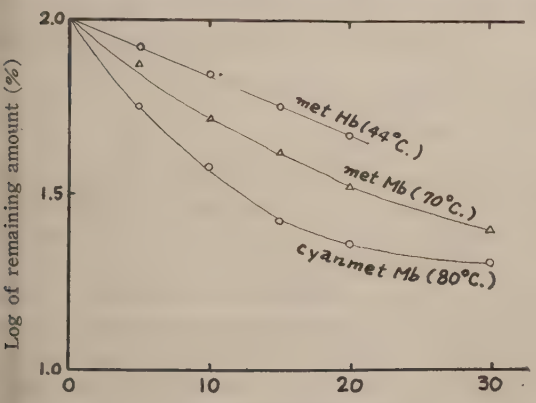



**Fig. 1.** Rate of coagulation of Hb and Mb of tuna, in 0.2 M phosphate buffer of pH 6.7. Initial concentration of pigment was about 0.1g. per 100 m*l*. solution.

**加熱上の他の二·三条件の選定:** 加熱時間，色素蛋白濃度，buffer の種類，濃度，pH 等については下記の如く定めた。

**(i) 加熱時間** 実験上の便宜から正確に5分と定めたが，上記の方法で加熱すると例えば浴温 60°C の場合，試料溶液がこの温度に達するには約1分を要する。よつて温度によりその温度での正味の加熱時間には多少の長短があることは已むをえない。

**(ii) 色素蛋白濃度** ウマ[8]，イヌ[9]等の Hb に於いて熱凝固反応がその濃度に関して一次反応であることが知られて居り，本実験でもホンマグロの Hb でこの点を確めた(Fig. 1)。このことは或る一定の条件の下では色素蛋白溶液の濃度を任意にとつても常に一定の色素

残存率が得られることを意味する。しかしMbでは一般に加熱時間の経過と共に凝固速度が遅くなる傾向にあり，一次反応とは見做しえない (Fig. 1)。かくて Mb については問題を残すが，spectrophotometry による濃度測定に好都合なように色素蛋白濃度は凡て 0.075% と定めた。

**(iii) buffer の種類，濃度及び pH**　phosphate buffer を選んだが，これは Mb 定量に当り除蛋白剤として醋酸鉛を使用する時，過剰の鉛を燐酸鉛として除きうるという利便からである。このbuffer の濃度及び pH を種々に変えて加熱した時のマグロの met 型両色素蛋白の残存率の変化を調べたところ pH に関しては両色素共に，buffer の濃度の如何に拘らず pH 6.5～7.0 の間で最高値を示した (Fig. 2)。buffer の濃度と色素残存率との関係は Mb と Hb とでは全く逆になり，Mb では buffer 濃度の低い方が，また Hb では高い方が色素残存率が高かつた。他種の誘導体の場合に於ける両色素蛋白の熱凝固性と pH との関係は両者共 cyanmet 型では pH 7.0～7.5 の間で，carbonyl 及び還元型では pH 7.0 付近で最も残存率が高かつたが，buffer 濃度と残存率との関係は met 型の場合と同様であつた。よつて両色素蛋白の混合液から Hb を除去しようとする調製乃至分離定量上の目的のためには phosphate buffer の濃度は低い方が良い訳であるが，前記の如く除鉛の必要をも考慮して 0.2M を選んだ。pH については両色素蛋白間にかかる好都合な関係も見られないので便宜上 met 型で両色素が最高の残存率を示す pH である 6.7 を選んだ。

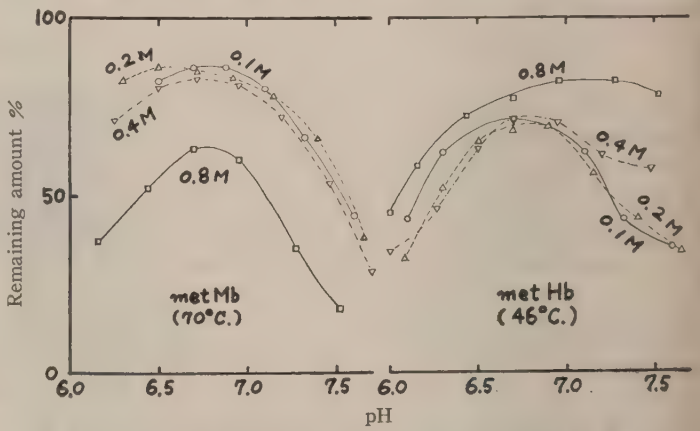



Fig. 2. Influence of pH and concentration of phosphate buffer upon coagulation of tuna Mb and Hb. See the text for details.

**色素蛋白濃度測定法**：原液及び加熱後の溶液中に残存する色素蛋白量は met 型，cyanmet 型の場合には cyanmet 型で，還元型及び carbonyl 型の場合にはそのままで BECKMAN spectrophotometer により吸光度を測定してこれを算定した。なお加熱後の溶液は遠心分離後も微かに濁りを留めていることが間々あつたが，斯様な場合には吸収極大極小間の吸光値の差を用いて色素残存率を求めた。なお色素蛋白濃度の算出には一応 DRABKIN[10] の報じている $\epsilon^{1\,\mathrm{mM}}_{540\,\mathrm{m}\mu} = 11.3$ (cyanmet Mb, 分子量 16,400), 11.5 (cyanmet Hb, 分子量 (Fe 1 原子当り) 16,700) を用いた。

なおこれらの実験に於いて並行試験の結果は常に事実上一致することを確めた。

## 結果と考察

色素蛋白の加熱温度と残存率との関係は一種のS字形曲線（仮りに熱凝固曲線と呼ぶ）によつて表される。各魚種及びウマの Mb, Hb の同曲線は Fig. 3 に示す如くである。図から明かな様に本実験条件の下で熱凝固の始つてから終了する迄の温度帯（以下便宜上熱凝固温度帯と呼ぶ）の位置，曲線の傾き等は魚種，色素蛋白の種類，及びその誘導体の型によつて区々であるが次の諸点が注目せられる。

（1） Mb と Hb との同じ誘導体相互間にはどの魚種の場合にも凝固温度帯の明白な相異が見られ，Mb の方が Hb よりも遙に高いのを常とする。HELWIG[11] はモルモット Mb の精製法の研究に於いて 60°C, 20 分の加熱により (buffer 使用せず) 20% の Mb の損失を伴うが 90% の Hb を除去しうる事を見出し，Mb が Hb に比べて加熱に対する安定性の大きい事を指摘して居り，本研究の結果もこれに一致している。なお熱凝固曲線の傾斜は概して Mb の方が Hb よりも急である。

（2） 同一色素蛋白の各種誘導型態相互間の凝固温度帯の差異を見ると，魚種により程度の差はあるが一般に Hb では met 型が最も低温側にあり，cyanmet 型，carbonyl 型，還元型の順に高温側に偏する。キンマグロ及びウマでは還元，carbonyl 両型の順位が逆になる点に於いてのみ異る。HARTRIDGE[9] もイヌ Hb

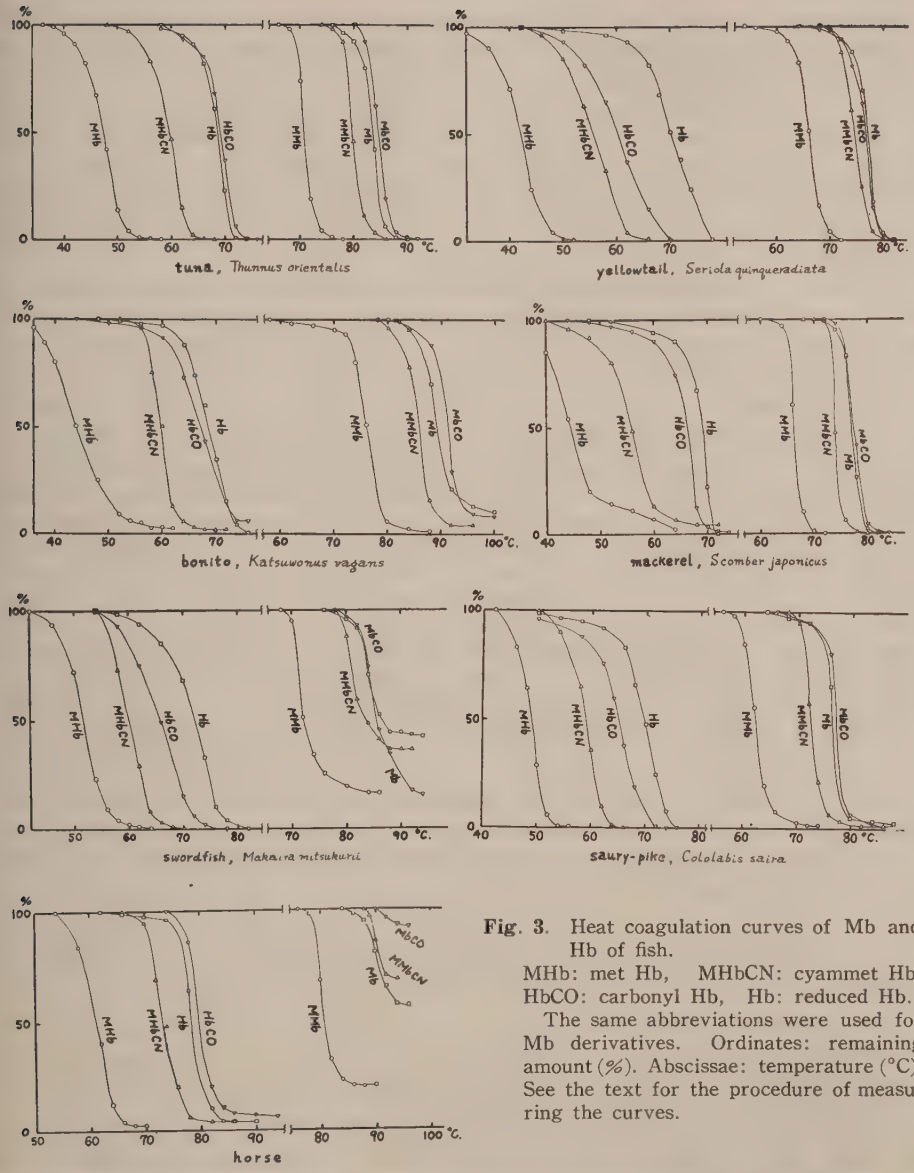



**Fig. 3.** Heat coagulation curves of Mb and Hb of fish.
MHb: met Hb, MHbCN: cyammet Hb, HbCO: carbonyl Hb, Hb: reduced Hb.
The same abbreviations were used for Mb derivatives. Ordinates: remaining amount (%). Abscissae: temperature (°C). See the text for the procedure of measuring the curves.

で met 型が最も不安定であり，oxy 型，carbonyl 型の順に熱安定性の増加することを記して居り，また BETKE[7] もヒト Hb に於いて oxy 型よりも cyanmet 型の方が多少凝固温度の高いことを報じている。一方 Mb では met 型，cyanmet 型，次いでその他の型態の順に高温側に移ることは Hb の場合と軌を一にするが，一般に carbonyl，還元両型の熱凝固曲線は殆ど重る。但しカツオ，マグロの例の如く carbonyl 型の方が高温側にあることもありこの場合にはウマの両色素と似ている。

（3） 魚種間の相違を同一色素蛋白につき見ると，Mb ではホンマグロ，カツオ，マカジキ等熱凝固温度帯の高い group とブリ，サバ，サンマの如く低い熱凝固温度帯をもつ group とに分けられる。Hb に関してはかかる group に分けうる程には魚種相互間の差は認められない。一方ウマの Mb, Hb は共に魚類に比

して熱安定性が著しく大きい。即ちウマ Hb はある魚種の Mb に匹敵する程の高い凝固温度帯を示し，またウマ Mb は本実験で扱つたどの魚の Mb よりも凝固温度帯が高温側にある。かくの如く種属によつて色素蛋白の熱安定度の異る事は動物の環境適応現象の一つの例と思われる。

（4） 唯ここに一つの奇異な現象はホンマグロ，ブリ，サバの各 Mb の場合には残存色素量が 0 となる点が存在するのに反して，マカジキ，カツオの Mb では或る加熱温度を超えると色素残存率が略々一定化する傾向が認められることである。ウマ Mb でもこれが著しい。程度は軽微であるが二・三の魚種及びウマの Hb にもこの現象が見られた。ウマ Hb の場合，試料として結晶標品を用いた時も，hemolyzate を用いた時も同じであつた。上記の原因が種特異性の現れであるのか，或は何らかの他の理由によるものか今の所詳かにし得ないが，今後この点を追及したいと考えている。

（5） 次に少しく筋肉色素定量への応用という面から考察を加えて見度い。今上記の様な加熱条件の下で Mb をそのまま残し Hb のみを完全に凝固せしめうる様な加熱温度が見出されるならばこの性質を利用して筋肉中の Mb, Hb の分別定量が可能となる筈である。先にも触れた様に魚種或は誘導体の種類によつては或る加熱温度以上で色素残存率が一定化するものがあり，定量への応用に当つては特別の配慮を必要とするが，今一応この温度で凝固が終了するものと考えて上記の如く分離定量に利用しうる加熱温度の有無を調べて見ると carbonyl，還元両型は魚種によつてかかる温度を有するものと然らざるものとがある。処が met, cyanmet 両型では一つの例外（サバの met 型）を除く凡ての魚種並びにウマに於いてこの温度が存在し，前記の要望に概ね合致する。就中，ホンマグロ，カツオ，マカジキ，ウマの cyanmet 型の場合にはこの温度の幅が 6°～8°C にも及んでいる。既に斯様な性質を利する筋肉色素の定量法を案出したが，詳細は後報[12]に譲りたい。

## 要　　約

魚類の Mb, Hb の各種誘導体の溶液を一定の条件下種々の温度で加熱したところ次の如き現象が認められた。

（1） 魚種，Mb と Hb の別及び誘導型態により夫々熱凝固の性質が異る。

（2） Mb, Hb 共に met 型は熱に対し最も不安定であり cyanmet 型がこれに次ぐ，carbonyl 型，還元型は比較的安定性が大きい。

（3） Hb の各誘導体とこれに対応する Mb の誘導体とを比較すると前者の方が一般に遙に低温で凝固する。met 型，cyanmet 型ではこの差が著しい。

（4） 但し本実験の加熱条件では魚種，色素蛋白及び誘導体の種類により或る一定温度を超える温度で加熱しても凝固色素量の増加しない場合がある。

終りに臨み本研究実施に当り種々御指導を賜つた森高次郎先生に厚く御礼申上げる。なお本研究の費用は一部文部省科学研究費の支出に仰いだ。ここに記して感謝の意を表する。

## 文　　献

1) Shenk, J. H., Hall, J. L., and King, H. H.: *J. Biol. Chem.* **105**, 741 (1934).
2) Watson, R. H.: *Biochem. J.* **29**, 2114 (1935).
3) de Duve, C.: *Acta Chem. Scand.* **2**, 264 (1948).
4) Bowen, W. J.: *Feder. Proc.* **8**, 14 (1949).
5) 松浦文雄・橋本周久： 本誌，**20**, 946 (1955).
6) 松浦文雄・橋本周久： 本誌，**22**, 408 (1956).
7) Betke, K.: *Naturwiss.* **40**, 274 (1953).
8) Chick, H., and Martin, C. J.: *J. Physiol.* **40**, 404 (1910).
9) Hartridge, H.: *J. Physiol.* **44**, 34 (1912).
10) Drabkin, D. L.: *Am. J. Med. Sci.* **209**, 268 (1945).
11) Helwig, H. L., and Greenberg, D. M.: *J. Biol. Chem.* **198**, 695 (1952).
12) 松浦文雄・橋本周久： 本誌投稿中.

# マグロ筋肉の脂質—V.
## アミノ燐脂質について*

片田宗男・座間宏一・五十嵐久尚
(北海道大学水産学部水産化学教室)

# Lipids of the Muscle of Tuna, *Thynnus orientalis*—V.
## Further Researches on the Phosphoaminolipids**

Muneo Katada, Koichi Zama and Hisanao Igarashi

The phosphoaminolipids obtained from cephalins of the muscle of a tuna, *Thynnus orientalis*, were converted to their dinitrophenyl (DNP) derivatives and applied to the chromatographic separation with a silicic acid/celite (2: 1) column and chloroform/methanol to yield a DNP-ethanolamine-containing lipid (I), and amino acid-containing lipids (II), which gave a DNP-serine-containing lipid (II-a) and a mixture of DNP-serine-containing and DNP-threonine-containing lipids (II-b) by rechromatography. Hydrolysis of **I** with hydrochloric acid yielded DNP-ethanolamine, which gave free ethanolamine by decomposing with concentrated ammonium hydroxide. DNP-serine and-threonine, and free serine and threonine were isolated and identified with the same manner from **II-a** and **II-b** respectively. Periodate oxidation of the threonine fraction obtained from DNP-threonine of **II-b** gave acetaldehyde and glyoxylic acid. Component fatty acids of each fraction were found to be palmitic and oleic acids by paper chromatography. The presence of palmitoyloleoylglycerylphosphoryl esters of ethanolamine, serine and threonine can be supposed.

著者らは前報[1]において得たクロマグロ, *Thynnus orientalis* の普通筋のケファリンを精製・分離し, その 2, 4-ジニトロフェニル (DNP) 誘導体をつくり, 珪酸/セライトのカラムクロマトグラフによる分離を行つて 2-アミノエタノール (エタノールアミン), セリン及びスレオニンをそれぞれ含む燐脂質の存在を確認, その結果の一部をさきに発表した[2]が, ここにその詳細を報告する。

一般に燐脂質に結合している窒素塩基としてはコリン, セリン, 2-アミノエタノール及びスフィンゴシンが知られているが, 最近これら以外の成分の存在がしばしば報告されている。この多くが細菌の燐脂質であるが, 動物からは Levine ら[3]がウシ脳のケファリンに3種の未知塩基を推定し, Lovern ら[4]はハドック, *Gadus aeglefinus* とタラ, *G. callarias* の筋肉の燐脂質にコリン類似と考えられる未知塩基の存在をみとめた。また Pilgeram ら[5]はネズミ肝臓の燐脂質からグルタミン酸を分離した。上記の各研究者のみとめたアミノ酸にはスレオニンは含まれていないが, これを微量にみとめたものとしては Blass ら[6]のヒト及びウマの血漿と血球から得た燐脂質, 及び Rhodes ら[7]のニワトリ卵の燐脂質についての報告がある。

著者らが精製して得たアミノ燐脂質区分はその分析値及び過沃素酸と反応しないことから, 遊離の β-オキシ-α-アミノ酸, -アミノアルコール及びグリセリンを含まないことを知つた。この区分を DNP 誘導体とし, 珪酸/セライトのカラム上でクロロホルム/メタノールにより展開して 2-アミノエタノール区分 (I) 及びアミノ酸区分 (II) を分離し, 後者を更にクロマトグラフによりセリン区分 (II-a) 及びスレオニン+セリン区分

1958 年 8 月 15 日受理
* 水産動物燐脂質に関する研究—XVII.
** Studies on the Phosphatide of Aquatic Animals—XVII.

(II-b) に分離した。これらの加水分解物よりそれぞれの DNP-塩基を単離，確認し，次いで DNP 誘導体を分解して得た遊離アミノ化合物をペーパークロマトグラフにより確認した。特にスレオニンについては DNP-スレオニン区分より得た遊離アミノ酸区分を過沃素酸により酸化し，反応生成物からアセトアルデヒドを 2, 4-ジニトロフェニルヒドラゾンとして確認し，HOPKINS-COLE 反応によりグリオキシル酸の存在をみとめ，このアミノ酸が α-アミノ-β-オキシ酪酸（スレオニン）なることを確めた。アミノ燐脂質原区分の分析結果及びアミノ基のみが遊離であること，また上記3区分からの脂肪酸の収量が各区分に対してそれぞれ約 1: 2 の分子比であることからこれらの燐脂質が従来考えられているところの Phosphatidylethanolamine, -serine の構造を有することはほぼ確実であり，スレオニン含有燐脂質もおそらくはこのような構造であることが考えられる。更にこれら各区分の構成脂肪酸がパルミチン酸とオレイン酸の大約等モルの混合物であることから，Palmitoyloleoylglycerylphosphorylethanolamine, -serine 及び -threonine なる構造も推測され得るのである。

## 実験及び結果

### （1） アミノ燐脂質区分の調製

前報[1] に記した普通筋ケファリン W-2, 3 及び 4 の区分を合一 (3.48g)，これをクロロホルム 24cc に溶解し，30cc の無水エタノールを加え，1 夜氷室に放置後生じた少量の不溶物を除き，溶媒を溜去した。これを水 180cc に懸濁，濃塩酸 18cc を加え遠沈し，沈澱を N/10 塩酸に再び懸濁し遠沈した。沈澱をクロロホルム/メタノール (2: 1) 100cc に溶解し，900cc の水による FOLCH ら[8] の washing を3回行つた。クロロホルム層を少量に濃縮し大量のアセトンを加え氷室に放置後遠沈し，沈澱を同様にしてクロロホルム/メタノールから無水エタノールにより2回沈澱した。この沈澱をくりかえし石油エーテルで抽出して石油エーテル可溶区分を得た。収量 2.98g，乳白色の固体で P 4.08%，N 1.81%，グリセリン 11.80%，沃素価 33.6．6N 塩酸で 100°，48 時間加水分解した生成物はペーパークロマトグラフにおいて 2-アミノエタノール，セリン及びスレオニンの存在を示し，ニンヒドリンに対する呈色の強度はセリン＞2-アミノエタノール＞スレオニンの順序で，水飽和フェノールを用いてそれぞれ $R_f$ 値 0.42, 0.95, 0.55 を示し，n-ブタノール/ジエチレングリコール/水 (4: 1: 1) を用いてそれぞれ $R_f$ 値 0.18, 0.35, 0.30 を示した。またこの水解物では SCHERER 反応を呈しなかつたのでイノシットは存在しないものと考えられる。更にこの燐脂質区分 0.40g（ケファリンとして約 0.5mM）をクロロホルム 10cc に溶解，0.1M 過沃素酸 95% 酢酸溶液 10cc を加え，空試験と共に放置し，一定時間後にその一部をとり沃化カリを加えてチオ硫酸ナトリウムで滴定したが6時間後においても過沃素酸の消費はみとめられなかつた。

### （2） DNP-アミノ燐脂質区分の調製

前記アミノ燐脂質 2.40g (Phosphatidylserine に換算して約 3mM) をクロロホルム 35cc に溶解，7% 2, 4-ジニトロフルオルベンゼンのエタノール溶液 25cc, 4% 炭酸ナトリウム水溶液 25cc を加え，室温で 20 時間振盪，水層を塩酸酸性とし，クロロホルム層をとり，更にクロロホルム 10cc で水層を抽出，クロロホルム溶液を合一，これに 50% エタノールを加えて振盪し，クロロホルム層をとつた。クロロホルム溶液は水洗，乾燥し，溶媒を溜去，乾固して DNP-アミノ燐脂質を得た。収量 2.52g.

### （3） DNP-アミノ燐脂質のクロマトグラフ

径 2.6cm の吸着管に珪酸/セライト (2: 1) を充塡し，アセトン，次いでクロロホルムを流下して前処理を行い，高さ 20cm のカラムを調製した。上記 DNP-アミノ燐脂質を 3cc のクロロホルムに溶解，これを 5g の吸着剤と攪拌したものをカラムの上端におき，次のようにして展開した。まず展開剤としてクロロホルム/メタノール (98 : 2) を用いて展開して区分-I を溶出，次いで (95 : 5) により区分-II，III を溶出，(9 : 1) により区分-IV，(8 : 2) により区分-V，VI を溶出せしめた。各流下液から溶媒を溜去し乾固した。これら各区分の収量は I 1.050g，II 1.280g，III 0.092g，IV 0.017g，V 0.003g，VI 0.007g であつた。これらの一部をとり，リグロイン (b. p. 80～100°) 5cc 及び 6N 塩酸 5cc を加え，20 時間還流して加水

分解後酸層をとり，乾固して水酸化ナトリウム上で減圧乾燥した。残渣に少量の水を加え，約 0.5cc の酢酸エチルで DNP-アミノ酸を抽出して，東洋沪紙 No. 50 を用い，水飽和ブタノールで展開してペーパークロマトグラフを行つた。その結果区分-Ⅰの水解物より $R_f$ 値 0.85 の DNP-2-アミノエタノール，区分-Ⅱより $R_f$ 値がそれぞれ 0.33, 0.47 の DNP-セリン及び DNP-スレオニンのスポットをみとめた。区分-Ⅲ以下は少量のため更に検索を行わなかつた。次いで区分-Ⅱ 1.20g を 2cc のクロロホルムに溶解し，5g の吸着剤と攪拌したものを前述の如く調製した珪酸/セライト (2: 1) カラム (1.5×20cm) の上端におき，クロロホルム/メタノール (1: 1) で展開し，Ⅱ-a 及び Ⅱ-b の 2 吸着層を溶出した。ただしこの 2 層の分離は完全には行われなかつた。区分-Ⅱ-a の収量は 0.825g，Ⅱ-b は 0.210g，その水解物のペーパークロマトグラフにより Ⅱ-a に DNP-セリン，Ⅱ-b に DNP-スレオニンと DNP-セリンをみとめた。

**(4) DNP-アミノ燐脂質の加水分解**

区分-Ⅰ: 区分-Ⅰ 1.010g にリグロイン 25cc, 6N 塩酸 25cc を加えて 20 時間還流後酸層をとり，リグロインで 1 回抽出後減圧乾固し，水酸化ナトリウム上で減圧乾燥し，残渣を少量の水に溶解，酢酸エチルで DNP-アミンを抽出した。これを少量の珪酸/セライト (2: 1) に吸収せしめ，珪酸/セライト (2: 1) カラム (2.6×20cm) の上端におき，酢酸/酢酸エチル/リグロイン (1: 1: 8) を用いて展開した。その結果 2 吸着層を溶出し，これらを乾固した。第 1 層に含まれた物質をベンゼン/リグロイン (7: 3) から再結して得た黄色結晶の収量 12mg，m. p. 175～6°，合成 2, 4-ジニトロアニリンと混融して融点を降下しなかつた。第 2 層の物質をベンゼンから再結して橙黄色結晶 135mg を得た。m. p. 89～90°，合成 DNP-2-アミノエタノール[9] と混融して融点を降下せず，N 分析値 18.08%，$C_8H_9N_3O_5$ 計算値 18.50%. この一部を濃アンモニア水 2cc と封管中 100° に 2 時間反応せしめ，管を開いて濃硫酸上で乾固した。残渣に 1N 塩酸 2cc を加えエーテルで抽出してジニトロフェノール及び未分解物を除いて遊離アミン溶液を得た[10]。この遊離アミンのペーパークロマトグラフを行つた結果，水飽和フェノールにて 0.95，n-ブタノール/ジエチレングリコール/水 (4: 1: 1) にて 0.35 の $R_f$ 値を示し，それぞれ 2-アミノエタノールの標準品に一致した。塩酸加水分解の際に得られたリグロイン溶液を合一し，水洗，乾燥後溶媒を溜去し，残渣をエタノール性水酸化カリで鹸化，不鹸化物をエーテルで除去後，常法によつて混合脂肪酸を得た。収量 0.521g，中和価 205.1，沃素価 49.6. 井上・野田[11]の方法により東洋沪紙 No. 2 を用い，固定相にテトラリン，移動相に 90% メタノール/酢酸/テトラリン (10: 2: 1) によつて脂肪酸の 2, 4-ジニトロフェニルヒドラチドのペーパークロマトグラフを行つた結果 $R_f$ 値 0.21 のパルミチン酸ジニトロフェニルヒドラチドの存在をみとめ，また野田・平山・井上[12]の方法により調製した脂肪酸の酢酸水銀附加物を東洋沪紙 No. 50，固定相にテトラリン，移動相に 90% メタノール/酢酸/テトラリン (10: 2: 1) を用いて展開した結果 $R_f$ 値 0.15 にオレイン酸酢酸水銀附加物のスポットをみとめた。パルミチン酸とオレイン酸の等分子混合物の中和価計算値 208.2，沃素価計算値 47.1.

区分-Ⅱ-a: この 0.810g を区分-Ⅰと同様に加水分解し，次いで DNP-誘導体のカラムクロマトグラフにより 2 層を溶出した。第 1 層の物質はジニトロアニリンであり，収量 7mg，第 2 層に含まれる物質をメタノールから再結して橙黄色結晶 125mg を得た。m. p. 189～90°，合成 DNP-DL-セリン[13] と混融して融点を降下せず，N 分析値 15.13%，$C_9H_9N_3O_7$ 計算値 15.50%. これより得た遊離アミノ酸はペーパークロマトグラフにて水飽和フェノールを用いて $R_f$ 値 0.42，n-ブタノール/ジエチレングリコール/水 (4: 1: 1) を用いて $R_f$ 値 0.18 を示し，セリンの標準品と一致した。この区分からの脂肪酸の収量は 0.369g，中和価 204.8，沃素価 48.5，ペーパークロマトグラフによりパルミチン酸とオレイン酸の存在をみとめた。

区分-Ⅱ-b: 0.180g を加水分解し，DNP-誘導体部のカラムクロマトグラフにより 3 層を溶出した。第 1 層の物質はジニトロアニリンで収量 5mg. 第 2 層の物質をメタノールから再結して黄色結晶 26mg を得た。m. p. 149～52°，合成 DNP-DL-スレオニン[13] と混融して融点を降下せず。分析値 C 41.99%，H 3.70%，N 14.62%，$C_{10}H_{11}N_3O_7$ 計算値 C 42.11%，H 3.88%，N 14.73%. DNP-スレオニン部 10mg をアンモニアで分解して得た遊離アミノ酸はペーパークロマトグラフにて水飽和フェノールを用いて $R_f$ 値 0.55，

n-ブタノール/ジエチレングリコール/水 (4: 1: 1) を用いて Rf 値 0.30 を示し，スレオニンの標準品に一致した。遊離アミノ酸液の残部（約 1.5cc）を 0.5N 水酸化ナトリウムで中和し，氷冷しつつ燐酸緩衝液 (0.1M, pH 7.12) 10cc, 0.1M 亜硫酸ナトリウム水溶液 5cc 及び 0.1M 過沃素酸水溶液 1cc を加え，水浴上で約 30° に加温しつつ1時間通気した。揮発性物質は 1% 2, 4-ジニトロフェニルヒドラジンのエタノール溶液 20cc に捕集し，反応終了後ベンゼンで抽出，ベンゼン溶液を 1×10cm のアルミナカラムを通過，更にベンゼンを流下して過剰のヒドラジンを吸着し，ヒドラゾンのみを溶出した。ベンゼン溶出液より溶媒を除去，残渣をエタノール，次いでリグロインから再結して橙黄色結晶 3mg を得た。m. p. 131～2°，アセトアルデヒドの 2, 4-ジニトロフェニルヒドラゾンと混融して融点を降下せず，またリグロイン/エーテル (95:5) を溶媒としてペーパークロマトグラフを行い，Rf 値 0.78 に標準品と一致するスポットをみとめた。揮発性物質を除いた過沃素酸反応液に濃硫酸を加えて強酸性とし，トリプトファンを用いて HOPKINS-COLE 反応を行つたところ陽性を呈し，グリオキシル酸の生成をみとめた。第3層に含まれる物質をメタノールから再結して橙黄色結晶 8mg を得た。m. p. 188～9°, DNP-セリンと混融して融点を降下せず。区分-Ⅱ-b からの脂肪酸の収量は 0.081g，中和価 209.7，沃素価 45.6，ペーパークロマトグラフによりパルミチン酸とオレイン酸の存在をみとめた。

## 要　　約

クロマグロの普通筋ケファリンよりアミノ燐脂質区分を分離し，これをジニトロフェニル誘導体としてカラムクロマトグラフにより分画を行つた結果，2-アミノエタノール，セリン及びスレオニンをそれぞれその構成塩基とする燐脂質を得た。これらの燐脂質はおのおの1分子づつのアミノ塩基，燐酸，グリセリン，パルミチン酸及びオレイン酸よりなるものと考えられる。

本研究は文部省科学研究綜合研究“魚類の血合肉と普通肉の生化学的研究”の分担として行つた。

## 文　　献

1) 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男: 本誌, **23**, 278 (1957).
2) H. IGARASHI, K. ZAMA, M. KATADA: *Nature*, **181**, 1282 (1958).
3) C. LEVINE, E. CHARGAFF: *J. Biol. Chem.*, **192**, 465 (1951).
4) J. A. LOVERN, J. OLLEY: *Biochem. J.*, **54**, 128, 559; **55**, 686 (1953); **62**, 99 (1956).
5) L. O. PILGERAM, D. M. GREENBERG: *J. Biol. Chem.*, **216**, 465 (1955).
6) J. BLASS, A. ROUHI, O. LECOMPTE, M. MACHEBOEUF: *Bull. soc. chim. biol.*, **35**, 959 (1953).
7) D. N. RHODES, C. H. LEA: *Biochem. J.*, **65**, 526 (1957).
8) J. FOLCH, I. ASCOLI, M. LEES, J. A. MEATH, F. N. LE BARON: *J. Biol. Chem.*, **191**, 833 (1951).
9) H. JATZKEWITZ, N. D. TAM: *Z. physiol. Chem.*, **296**, 188 (1954).
10) A. G. LOWTHER: *Nature*, **167**, 767 (1951).
11) Y. INOUE, M. NODA: *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **19**, 214 (1955).
12) 野田万次郎・平山　修・井上吉之: 農化, **30**, 166 (1956).
13) R. R. PORTER, F. SANGER: *Biochem. J.*, **42**, 287 (1948).

# サケ卵の脂質—II.
## 複合脂質について*

座間宏一・片田宗男・五十嵐久尚
(北海道大学水産学部水産化学教室)

# Egg Lipids of a Salmon, *Oncorhynchus keta*—II.
## Conjugated Lipids from Salmon Eggs**

Kōichi Zama, Muneo Katada and Hisanao Igarashi

Unfertilized and fertilized (after 24 hours) salmon eggs, previously treated with acetone, were successively extracted with ethanol, petroleum ether and finally with boiling ethanol to yield lecithins, cephalins and sphingolipids as shown in Fig. 1.

Properties of these lipids and component acids of lecithins shown in Table 1~4 indicated no marked difference between the corresponding lipid fractions of both eggs.

前報[1]においてサケ, *Oncorhynchus keta* の卵のアセトン可溶性脂肪，所謂油脂の成分について報告したが，本報では複合脂質成分についてのべる。サケ類の卵の複合脂質については阿武[2]の *O. gorbuscha* 卵のレシチンの研究がある。

### 実験と結果及び考察

試料，脂質抽出操作及び分析法は前報と同様である他，N はミクロケルダール法，P は Fiske・Subbarow[3]，グリセリンは Blix[4]，スフィンゴシンは Mckibbin ら[5]，アルデヒドは Wittenberg ら[6]，コリンは Glick[7]，2-アミノエタノール及びセリンは Nojima ら[8]，ガラクトースは Radin ら[9]の方法によりそれぞれ測定した。

#### (1) 脂質の抽出及び分別

試料の処理は前報にひきつづき概略 Fig. 1 のように行つた。未受精卵 (2960g, 約 11400 粒) をアセトン，次いで 95% エタノールで抽出し抽出液と残渣とにわけ，アセトン抽出物から 310g，エタノール抽出物から 51.5g のエーテル可溶性物質を得た。これらをアセトンで分別，前者よりアセトン可溶性脂質 274.5g，不溶性脂質 35.5g，後者より可溶性脂質 10.5g，不溶性脂質 41.0g を得た。アセトン可溶性脂質 285.0g は所謂油脂として成分の検索に供した[1]。不溶性脂質を合一したもの 76.5g を少量のエーテルから大量のエタノールにより沈澱をくりかえして可溶性脂質 71.5g と不溶性脂質 5.0g にわけた。前者は粗レシチン区分としてその後の精製に供した。後者及び卵のエタノール抽出残渣 1200g をそれぞれ石油エーテルで抽出，8.6g の抽出物を得，これを少量のクロロホルムから石油エーテルで沈澱して可溶部 2.0g (粗ケファリン区分) を得た。不溶部 6.6g 及び卵の石油エーテル抽出残渣を熱エタノールで抽出，抽出液を氷冷して析出する沈澱 1.1g (粗スフィンゴ脂質区分) を得た。受精卵 (2360g, 約 7900 粒) をも同様に処理して各脂質区分を得た。

1958 年 8 月 15 日受理

* 水産動物燐脂質に関する研究—XVIII.

** Studies on the Phosphatide of Aquatic Animals-XVIII.

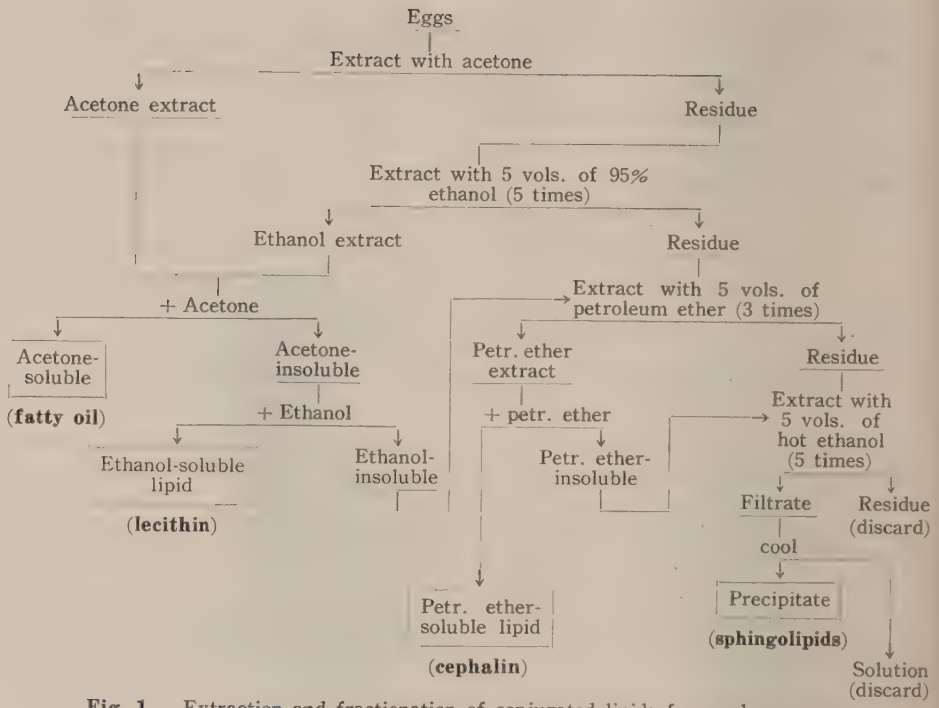



**Fig. 1.** Extraction and fractionation of conjugated lipids from salmon eggs.

### (2) レシチン

前記未受精卵の粗レシチン区分 71.5g を 1*l* のエタノールの溶解，沈澱が生じなくなるまで塩化カドミウムのエタノール飽和溶液を加え，一夜氷室に放置後吸引沪過してレシチンの塩化カドミウム複塩 92.5g（湿量）を得た。これをクロロホルム 1*l* に溶解，等容の 30% エタノールと振盪して塩化カドミウムを除き，クロロホルム層から粗レシチン 59.0g を得た。これをエタノールに溶解して 3% の濃度とし，アルミナカラム（3 × 40cm）を通過し，エタノールで溶出，溶出部として精製レシチンを得た。同様の操作によって受精卵からも精製レシチンを得た。この結果を Table 1 にかす。レシチンの収量，性状ともに両卵を通じて相違がないので，受精 24 時間では変化は生じないものと考えられる。またこの区分に微量ながらアセタール脂質の存在がみとめられた。

未受精卵のレシチン 37.0g を 2N 水酸化カリエタノール溶液と 1 時間還流して加水分解し，脂肪酸

**Table 1.** Properties of lecithins from salmon eggs

| Lecithin from | Yield | | Phosphorus | Nitrogen | Choline |
|---|---|---|---|---|---|
| | g | mg/individual egg | % | % | % |
| Unfertilized egg | 38.5 | 3.4 | 3.81 | 1.78 | 14.60 |
| Fertilized egg | 25.3 | 3.2 | 3.79 | 1.71 | 14.35 |

| Lecithin from | Glycerol | Aldehyde | Iodine no. | N/P | Choline/P | Glycerol/P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | % | | | | |
| Unfertilized egg | 11.30 | 0.02 | 96.5 | 1.03 | 0.98 | 1.00 |
| Fertilized egg | 10.96 | — | 97.3 | 1.00 | 0.97 | 0.97 |

23.2g を得た。これは中和価 199.1，沃素価 148.2 で，このメチルエステルは鹸化価 189.2，沃素価 135.2 であつた。同様にして受精卵のレシチン 24.0g から中和価 200.2，沃素価 147.5 の脂肪酸 15.2g を分離，これより鹸化価 189.7，沃素価 136.3 のメチルエステルを調製した。これらのメチルエステルをそれぞれ減圧下で精密に分溜し，前報にて行つたと同様の方法によつて脂肪酸の組成を求め，Table 2 の結果を得た。両卵のレシチンでは脂肪酸部分にも変化のないことが知られる。

**Table 2.** Fatty acid composition of lecithins from salmon eggs (%).

| Fatty acids of lecithin from | Saturated | | | | Unsaturated* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $C_{14}$ | $C_{16}$ | $C_{18}$ | Total | $C_{16}$ | $C_{18}$ | $C_{20}$ | $C_{22}$ | Total |
| Unfertilized egg | 3.5 | 21.6 | 8.7 | 33.8 | 5.9 (2.3) | 35.6 (3.2) | 12.2 (8.6) | 12.5 (10.1) | 66.2 |
| Fertilized egg | 3.1 | 22.3 | 9.8 | 35.2 | 4.7 (2.4) | 36.9 (3.2) | 12.3 (8.5) | 10.9 (10.0) | 64.8 |

* The numbers in parentheses are a measure of the unsaturation and indicate the number of atoms of hydrogen required to saturate the fatty acid.

### (3) ケファリン

前記未受精卵の粗ケファリン区分 2.0g を少量のエーテルに溶解，10 倍の無水エタノールで 1 回沈澱，沈澱をクロロホルム/メタノール (2 : 1) に溶解，FOLCH ら[1] の washing を 2 回行つたのち溶媒を溜去，石油エーテルでくりかえし抽出して可溶性脂質としてケファリンを得た。同様にして受精卵からもケファリンを分離した。これらの結果を Table 3 に示す。両卵のケファリン区分は主として Phosphatidylserine と Phosphatidylethanolamine であり，微量のイノシット含有脂質の存在も推測される。

**Table 3.** Properties of cephalins from salmon eggs

| Cephalin from | Unfertilized egg | Fertilized egg | Phosphatidyl serine* | Phosphatidyl ethanolamine** |
|---|---|---|---|---|
| Yield { g. | 0.65 | 0.55 | – | – |
| Yield { mg/individual egg | 0.057 | 0.069 | – | – |
| Phosphorus, % | 4.01 | 4.02 | 4.06 | 4.31 |
| Nitrogen, % | 1.90 | 1.90 | 1.84 | 1.95 |
| Serine, % | 4.75 | 4.96 | 13.79 | 0 |
| Ethanolamine, % | 4.53 | 4.26 | 0 | 8.51 |
| Glycerol, % | 13.19 | 12.30 | 12.09 | 12.83 |
| Inositol | + | + | – | – |
| Aldehyde | trace | trace | – | – |
| Iodine no. | 68.2 | 72.5 | 33.31 | 35.35 |
| N/P, molar ratio | 1.05 | 1.05 | 1.0 | 1.0 |
| Serine/P, molar ratio | 0.35 | 0.36 | 1.0 | – |
| Ethanolamine/P, molar ratio | 0.57 | 0.53 | – | 1.0 |
| Glycerol/P, molar ratio | 1.11 | 1.03 | 1.0 | 1.0 |

* Calculated for palmitoyloleoylglycerylphosphorylserine (M. W. 762.0).
** Calculated for palmitoyloleoylglycerylphosphorylethanolamine (M. W. 718.0).

### (4) スフィンゴ脂質

前記の粗スフィンゴ脂質区分をクロロホルム/メタノール (2 : 1) に溶解，FOLCH ら[10] の washing を 2 回行い，溶媒を溜去，アセトンで抽出して可溶物を除き，エーテル抽出により可溶物を除いてスフィンゴ脂質を得た。この結果を Table 4 に示す。これらスフィンゴ脂質区分はスフィンゴミエリンと糖脂質が主成

分であることが知られた。

**Table 4.** Properties of sphingolipid fractions from salmon eggs.

| Sphingolipid from | | Unfertilized egg | Fertilized egg | Sphingomyelin* | Cerebroside** |
|---|---|---|---|---|---|
| Yield | g. | 0.93 | 0.76 | – | – |
| | mg/individual egg | 0.081 | 0.096 | – | – |
| Phosphorus, % | | 2.00 | 2.11 | 4.30 | 0 |
| Nitrogen, % | | 2.75 | 2.69 | 3.89 | 1.72 |
| Sphingosine, % | | 32.65 | 30.24 | 41.54 | 36.87 |
| Choline, % | | 7.83 | 8.60 | 16.81 | 0 |
| Galactose, % | | 8.22 | 7.38 | 0 | 22.18 |
| N/P, molar ratio | | 3.04 | 2.82 | 2.00 | – |
| Sphingosine/N, molar ratio | | 0.56 | 0.53 | 0.50 | 1.00 |
| Choline/N, molar ratio | | 0.33 | 0.37 | 0.50 | – |
| Galactose/N. molar ratio | | 0.23 | 0.21 | – | 1.00 |

* Calculated for palmitoylsphingosylphosphorylcholine (M. W. 721.0).
** Calculated for lignocerylgalactosylsphingosine (M. W. 812.2).

## 総　　括

前報に次いでサケ卵の複合脂質成分の検索を行つた。複合脂質の主成分はレシチンであり，その性状や構成脂肪酸組成は受精後 24 時間にて変化はなかつた。またその他としては Phosphatidylethanolamine, phosphatidylserine, スフィンゴミエリン，糖脂質及び微量のアセタール脂質，イノシット含有脂質の存在がみとめられた。

試料採取に当り御便宜を賜わつた　水産庁北海道鮭鱒孵化場渡島支場　岩田敏明場長並びに押見幸一技官に厚く感謝の意を表する。本研究費の一部は文部省科学研究費綜合研究“水産生物脂質に関する研究”によつた。

## 文　　献

1) 座間宏一・片田宗男・五十嵐久尚：本誌，24，569 (1958).
2) 阿武喜美子：農化. **23**, 162 (1949).
3) C. H. Fiske, Y. C. Subbarow: *J. Biol. Chem.*, **81**, 629 (1929).
4) G. Blix: *Microchim. Acta*, **1**, 75 (1937).
5) J. M. Mc Kibbin, W. E. Taylor: *J. Biol. Chem.*, **178**, 29 (1949).
6) J. M. Wittenberg, S. R. Korey, F. H. Swenson: *J. Biol. Chem.*, **219**, 39 (1956).
7) D. Glick: *J. Biol. Chem.*, **156**, 643 (1944).
8) S. Nojima, N. Utsugi: *J. Biochem.*, **44**, 565 (1957).
9) N. S. Radin, F. B. Lavin, J. R. Brown: *J. Biol. Chem.*, **217**, 789 (1955).
10) J. Folch, I. Ascoli, A. Lees, J. A. Meath, F. N. Le Baron: *J. Biol. Chem.*, **191**, 833 (1951).

# 魚油から quaternary ammonium 塩の製造並びにその抗菌作用について

豊水正道・榎本則行・富安行雄
(九州大学農学部水産化学教室)

# Preparation of Quaternary Ammonium Salts from Fish Oil and their Antibiotic Action

Masamichi Toyomizu, Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu

Much attention has been given recently to the biological activity of unsaturated fatty acids. The present paper concerns the antibiotic action of unsaturated quaternary ammonium salts and their preparation method with a view to utilizing fish oil.

The preparation process is as follows:

fish oil or methyl ester of fish oil → alcohol → bromide → triethylammonium bromide / pyridinium bromide

During the above process, the decrease of iodine value is remarkable (ca. 40%), especially in the alcoholization process (ca. 30%) (table 2).

Regarding the antibiotic activity of quaternary ammonium bromides against *Candida albicans*, the activity of triethylammonium bromides is the same as that of corresponding pyridinium bromides. The activity of unsaturated quaternary ammonium bromides is affected by the carbon chain length and the degrees of unsaturation in the long carbon chain, whereas that of saturated compounds is influenced only by the carbon chain length. Any lengthening carbon chain more than $C_{16}$ weakens the activity and an increase of unsaturation enhances it. But it seems that these influencing factors tend to interfere with each other, because there is not any remarkable difference in the antibiotic activity of the six unsaturated quaternary ammonium bromides prepared from methyl esters of calamary oil (table 3).

Triethylammonium bromide prepared from sardine oil inhibits the growth of fungi at 1 : 310,000 except *Rhizopus japonicus* and that of yeasts and bacteria at 1 : 1600,000 except *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli* (table 4). It is indicated by comparison that the activity of unsaturated quaternary ammonium bromides is superior to that of unsaturated fatty acids or oxidized fatty acids. The facts that the surface of microorganism is, as a rule, negatively charged, and that the unsaturated group of quaternary ammonium bromides in aqueous solution is found in the positively charged portion, may be regarded to have an important role in causing their highly antibiotic activity.

## 緒　　言

油脂は生体内では energy 源或いは脂溶性 vitamin の運搬媒介物としてのみ役立つものと考えられていたが，最近不飽和脂肪酸は生長，妊娠，皮膚炎及び血液中の cholesterol 含量等に関係していることが明らかにされたので不飽和脂肪酸の生物に対する作用の研究が注目されるようになつた。

不飽和脂肪酸は微生物に対して増殖促進と抑制作用との相反する二つの作用を示すが，一般に分子中の二重結合数が増加すると共に促進作用は減少し[1,2]，抑制作用は増大するといわれている[3,4]。Solamides[5]，Hanel 等[6]は鱈肝油及びその高度不飽和脂肪酸の細菌増殖抑制作用について報告しているが，不飽和脂肪酸

1958 年 8 月 18 日受理

の抑制作用は GRAM 陽性菌に対してのみ有効である[7,8]。脂肪酸の抑制作用については不飽和脂肪酸のみならず飽和脂肪酸にも有効なものが存在することは古くから知られており，NIEMAN[9] は不飽和脂肪酸の抑制作用は分子中の二重結合数の増加と共に増大し，飽和脂肪酸の抑制作用は分子中の炭素数と関係があり $C_6$～$C_{12}$ の脂肪酸が強いと述べている。他方 MCKEE 等[10] は脂肪酸の抗菌作用には不飽和度よりも炭素数がより重要な因子であると主張した。

酸化油が生物に対し阻害的に作用することは既に知られている。WILBUR 等[11] は酸化 methyl linolenate が細胞分裂を抑制すると述べ，OTTOLENGHI 等[12] 及び BERNHEIM 等[13] は酸化 methyl linoleate 及び酸化 methyl linolenate が二十日鼠の mitochondria の酸化酵素を阻害すると述べている。また CLAUDE[14] 及び MOLONEY[15] は癌細胞から抽出された酸化油状物質が Rous virus の発育を抑制すると報告している。最近 TAPPEL[16] は酸化不飽和脂肪酸が aldehyde-amino 縮合反応によつて蛋白質と結合すると述べているが，NARAYAN 等[17] は水素結合により蛋白質と酸化 linoleate とが結合すると主張している。酸化不飽和脂肪酸と蛋白質とが結合するという事実はその機構が如何ようであろうとも，酸化油の抗菌作用が菌体との化学的結合に基くことを暗示している。

著者等は魚油の高度不飽和性に着目してその利用研究のために酸化魚油の抗菌作用について研究し，不飽和脂肪酸の作用は酸化によつて強化されることを明らかにした[18]。然しこれ等不飽和脂肪酸及び酸化不飽和脂肪酸の抗菌作用は強力なものではなく，しかも水に不溶性であるという欠点がある。これ等の欠点を改良するために魚油から界面活性剤を製造し，その抗菌作用と分子中の不飽和度との関係について研究を行つた。

魚油の主成分は不飽和脂肪酸の glyceride であるが，その不飽和脂肪酸を構成している長炭素鎖（疎水基）に親水基を結合させることによつて水溶性の界面活性剤が得られる。界面活性剤の抗菌作用については non-ion 活性剤は微生物の代謝には殆んど影響を与えないが[19,20]，cation 活性剤及び anion 活性剤は共に阻害作用を有し，前者は後者よりも強力である[21]。BAKER 等[22] 及び ORDAL 等[23] は cation 活性剤は GRAM 陽性菌にも陰性菌にも有効であるが，anion 活性剤には選択性があると報告している。本研究に先だち著者等はイカ肝油脂肪酸及びその methyl ester を chlorosulfonic acid で sulfon 化して anion 活性剤を調製しその抗菌作用を試験したところ満足すべき結果は得られなかつたので cation 活性剤を調製することにした。cation 活性剤の中でも quaternary ammonium 塩は強力な抗菌作用を有し，VALKO 等[24] は *Staphylococcus aureus* を 1: 10,000 で *Eberthella typhosa* を 1: 19,000 で抑制すると述べ，また HEINEMAN[25]，DUNN[26]，HOWARD 等[27] 及び LAWRENCE[28] は細菌のみならず糸状菌にも有効であると報告している。

飽和 quaternary ammonium 塩の化学構造と抗菌作用との関係については系統的な研究が行われ，長炭素鎖中の炭素の数が最も重要な因子であることが指摘されている。VALKO 等[24]，SHELTON 等[29] 及び HOOGERHEIDE[30] は $RN^+(CH_3)_3$ 型の quaternary ammonium 塩 (trimethylammonium 塩) について長炭素鎖 (R) の炭素数と抗菌作用との関係を $C_6$～$C_{18}$ のものについて検討し $C_{16}$ が最も有効であると述べている。他方 dimethylammonium chloride では $C_{14}$ が最も有効であるといわれている[21]。不飽和度と抗菌作用との関係については 9-octadecenyl 基についてのみ研究が行われ二重結合が二つ以上存在するものについては研究されていない。即ち 9 octadecenyldimethylbenzylammonium chloride は octadecyldimethylbenzylammonium chloride よりも有効であり[24]，9-octadecenyltrimethylammonium bromide は octadecyltrimethylammonium bromide よりも有効であると報告されている[29]。これ等の結果から不飽和基の導入には何れの型の quaternary ammonium 塩が抗菌作用の増強に適当であるかは結論し得ないが，不飽和基を置換することにより抗菌作用の増強を期待し得る。上述諸氏の研究結果から考察すると魚油から quaternary ammonium 塩を製造するに当つては長炭素鎖中の炭素数と不飽和度との二つが重要な因子であると考えられる。魚油の脂肪酸を構成している炭素鎖の炭素数は植物油のそれよりも多くて 15～21 であるから，炭素数の多い炭素鎖によつて強い抗菌作用をもつ quaternary ammonium 塩を製造することが必要である。著者等は $C_{10}$ の炭素鎖で最強の作用をもつ trimethylammonium 塩を製造する力が $C_{14}$ の炭素鎖で最強の作用をもつ dimethylbenzylammonium 塩を製造するよりも有効的であると考えた。然るに trimethylam-

monium 塩では methyl 基を ethyl 基で置換しても抗菌作用には影響がないといわれ[29]，また KOLLOFF 等[31] 及び SHELTON 等[29] は alkyl pyridinium bromide も $C_{16}$ の炭素鎖で抗菌作用が最大であると述べているので本研究では triethylammonium bromide と pyridinium bromide とを魚油から製造し抗菌作用について研究を行つた。

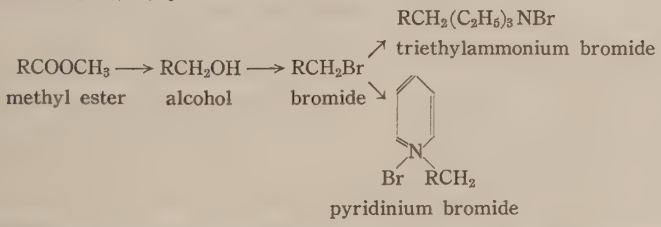
## 実験及び考察

### I. 魚油から quaternary ammonium 塩の製造

イカ肝油を鹸化・methyl 化した後減圧蒸溜して3区分に分留した。各区を脱酸後再び減圧蒸溜して3区分の脂肪酸 methyl ester を得た（第1表）。この各区分を試料とし次の過程を経て triethylammonium bromide 及び pyridinium bromide をつくつた。

**Table 1.** Fractionation of methyl esters derived from calamary oil.

| No. of fraction | boiling range °C/mm | saponification value | iodine value |
|---|---|---|---|
| F-1 | 145～169/1.5 | 204.2 | 71.8 |
| F-2 | 158～188/2.2 | 187.0 | 167.7 |
| F-3 | 175～196/1.5 | 173.3 | 266.1 |




ethylene glycol monoethyl ether を還元用 alcohol として金属ナトリウムで脂肪酸 methyl ester を常圧還元して alcohol を得[32]，次に phosphorus tribromide を用いて 80°C で2時間反応させて alcohol を臭素化して bromide を得た。bromide から quaternary ammonium bromide の調製は次の方法によつた。即ち ethyl alcohol 中で triethylamine と 95°C，3時間反応させて triethylammonium bromide を得[30]，pyridinium bromide は pyridine と 150°C，1.5 時間反応させて得た[33]。

この過程中における二重結合の変化を追求するために沃素価を測定した。最終生産物である triethylammonium bromide 及び pyridinium bromide は WIJS 法によつては終点が不明瞭のために測定出来なかつたので methyl ester から bromide ($RCH_2Br$) までの沃素価の変化のみを第2表に示した。沃素価の減少率は約 40% でそのうち methyl ester → alcohol の還元反応中における減少率は約 30% で特に著しかつ

**Table 2.** Changes in iodine value during the preparation procedure of quaternary ammonium bromides from methyl esters derived from calamary oil.

| | F-1 | | | F-2 | | | F-3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | methyl ester | → alcohol | → bromide | methyl ester | → alcohol | → bromide | methyl ester | → alcohol | → bromide |
| Boiling range (°C/mm) | 145～169/1.5 | 129～142/1.5 | 145～181/2.0 | 158～188/2.2 | 168～178/2.5 | 164～180/1.0 | 175～196/1.5 | 190～217/2.5 | 194～209/2.0 |
| Molecular weight[1] | 274.7 | 246.7 | 309.6 | 300.0 | 272.0 | 334.9 | 323.7 | 295.7 | 358.6 |
| Iodine value (A) | 71.8 | 57.0 | 40.1 | 167.7 | 130.6 | 93.0 | 266.1 | 201.4 | 147.2 |
| Theoretical iodine value (B)[2] | 71.8 | 79.9 | 63.7 | 167.7 | 185.0 | 150.2 | 266.1 | 291.3 | 240.2 |
| $\frac{A}{B} \times 100$ | 100 | 71.3 | 63.0 | 100 | 70.6 | 61.9 | 100 | 69.1 | 61.3 |
| Decrease of double bond (%) | 28.7 | 8.3 | | 29.4 | 8.7 | | 30.9 | 7.8 | |

1) calculated from saponification value in table 1 and structural formula.
2) calculated from iodine value of methyl ester and molecular weight.

た。bromide ($RCH_2Br$) の二重結合は各区分の溜出温度の上昇に伴ない増加し，沃素価はそれぞれ 40.1, 93.0, 147.2 であつた。

### II. quaternary ammonium bromide の抗菌作用に及ぼす長炭素鎖中の炭素数及び不飽和度の影響

2倍稀釈法により所要濃度の quaternary ammonium bromide を含有する 5 cc の SABOURAUD の peptonedextrose 培地 (pH 6.1) を調製し，48 時間培養した *Candida albicans* の液体培養を上記培地に1滴宛接種して 30°C, 48 時間後菌の増殖状態を濁度によつて判定した。

イカ肝油から得た不飽和 quaternary ammonium bromide の抗菌作用を飽和化合物と比較検討するために tetradecyltriethylammonium bromide, tetradecylpyridinium bromide, hexadecyltriethylammonium bromide, hexadecylpyridinium bromide, octadecyltriethylammonium bromide 及び octadecylpyridinium bromide を前述の方法によつてそれぞれ bromotetradecane, bromohexadecane 及び bromooctadecane から合成した。

**Table 3.** Inhibitory activity of saturated and unsaturated quaternary ammonium bromides on *Candida albicans*.

| | 32 | 16 | 8 γ/5cc. |
|---|---|---|---|
| TRIETHYLAMMONIUM BROMIDE | | | |
| Tetradecyl | − | ## | ## |
| Hexadecyl | − | − | ± |
| Octadecyl | − | − | + |
| F-1 | − | − | ## |
| F-2 | − | − | + |
| F-3 | − | − | + |
| PYRIDINIUM BROMIDE | | | |
| Tetradecyl | − | ## | ## |
| Hexadecyl | − | − | ± |
| Octadecyl | − | − | + |
| F-1 | − | − | ## |
| F-2 | − | − | + |
| F-3 | − | − | + |

−; No growth　　±; Doubtful growth
+;Slight growth　　##; Normal growth

イカ肝油脂肪酸 methyl ester から得た6種の不飽和 quaternary ammonium bromide 及び炭素数を異にする上述6種の飽和化合物についての抗菌作用を第3表に示した。先ず triethylammonium bromide と pyridinium bromide との抗菌作用についてみると飽和化合物でも不飽和化合物でも長炭素鎖中の炭素数と不飽和度が同一である場合には抗菌作用は同じであつた。次に6種の飽和化合物について炭素数と抗菌作用との関係を検討してみると hexadecyltriethylammonium bromide 及び hexadecylpyridinium bromide が $C_{14}$, $C_{18}$ の化合物よりも作用が強く，長炭素鎖中の炭素数を 16 より多くすることもまた少くすることも抗菌作用を弱くする傾向にあることが分る。この結果は SHELTON 等[29] 及び KOLLOFF 等[31] の報告と一致している。イカ肝油脂肪酸 methyl ester から得た6種の不飽和 quaternary ammonium bromide の抗菌作用には顕著な差異は認められなかつた。然し詳細に検討すると F-2, F-3 から得たものは triethylammonium bromide でも pyridinium bromide でも飽和 $C_{18}$ 化合物とその作用は同一であり，F-1 から得たものよりも僅かではあるが強力である。第1表に示した酸化価から methyl ester の $COOCH_3$ 基に結合している炭素鎖の平均炭素数を求めると F-1, F-2, F-3 でそれぞれ 15, 17, 19 であるが，alcohol 化反応でこの炭素鎖の炭素数は1ケ宛増加するから quaternary ammonium bromide の長炭素鎖の平均炭素数はそれぞれ 16, 18, 20 となる。炭素数だけを考えると F-1 から得た quaternary ammonium bromide の抗菌作用は最強であるべきにも拘わらず実際には最も弱い。これ等の化合物は不飽和であるからその抗菌作用を論ずるには不飽和度による抗菌作用の増強をも考慮に入れなければならない。第2表の bromide ($RCH_2Br$) の沃素価から推定すると quaternary ammonium bromide の長炭素鎖中の不飽和度は F-3 > F-2 > F-1 となる。F-1 から得た quaternary ammonium bromide は長炭素鎖中の炭素数からは最強の抗菌作用をもつべきであるが不飽和度からは最弱の抗菌作用を示すものと考えられる。他方 F-3 から得た quaternary ammonium bromide では高度の不飽和による抗菌作用の強化と炭素数が 16 よりも多いための弱化という二つの因子が存在することになる。この相反する二つの因子が互いに干渉し合つた結果各区分の抗菌作用には顕著な差異が認められなかつたが F-3, F-2 > F-1 の順となつたものと考えるのが妥当であろう。

### III. 不飽和 triethylammonium bromide の抗菌 spectrum

不飽和 quaternary ammonium 塩の細菌類及び真菌類に対する抗菌作用を明らかにするために鰮油（沃素価 147.8，鹸化価 190.1，酸価 0.2）から前述の方法によつて蒸溜温度 180°～195°C/4.5mm の bromide（沃素価 65.6）を得，これから triethylammonium bromide をつくつた。

細菌類には bouillon 培地（pH 7.0）を，真菌類には含糖 peptone 酵母エキス培地（pH 6.6）を用いて 5cc の培地に所要量の不飽和 triethylammonium bromide を添加，菌を接種して 30°C，48 時間後菌の増殖状態を濁度によつて判定した。その結果は第 4 表の如くである。GERSHENFELD 等[34] 及び HOOGERHEIDE[30] が指摘している如く quaternary ammonium 塩の抗菌作用は培地の pH によつて影響され，一般に pH が高い方が強くなるので pH の異る培地での細菌類と真菌類に対する作用を同一視して比較することは妥当でないかも知れない。黴類に対する作用は細菌類・酵母類に対してよりも弱いが 16γ（約 31 万倍）で *Rhizopus japonicus* 以外の黴類の増殖を完全に抑制した。腐敗細菌である *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus vulgaris* 及び *Escherichia coli* には 32γ 添加しても無効であつたが，その他の細菌類及び酵母類に対しては抗菌作用が極めて強く 3.2γ（約 160 万倍）で増殖を全く抑制した。

**Table 4.** Antibiotic spectrum of triethylammonium bromide prepared from sardine oil.

| Bacteria (γ/5cc.) | 32 | 16 | 3.2 | Eumycetes (γ/5cc.) | 32 | 16 | 3.2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pseudomonas fluorescens* | ## | ## | ## | *Saccharomyces sake* | − | − | − |
| *Vibrio liquefaciens* | − | − | − | 〃 *cerevisiae* | − | − | − |
| 〃 *aquatilis* | − | − | − | Distillery yeast Race II | − | − | − |
| *Micrococcus varians* | − | − | − | 〃 〃 XII | − | − | − |
| 〃 *perflavus* | − | − | − | *Debaryomyces japonicus* | − | − | − |
| 〃 *subflavus* | − | − | − | 〃 *membranaefaciens* | − | − | − |
| 〃 *subcitreus* | − | − | − | *Hansenula javanica* | − | − | ## |
| 〃 *conglomeratus* | − | − | − | *Schizosaccharomyces pombe* | − | − | − |
| 〃 *freudenreichii* | − | − | − | *Torulopsis utilis* | − | − | − |
| 〃 *epidermidis* | − | − | − | *Endomyces albicans* | − | − | ## |
| *Streptococcus liquefaciens* | − | − | − | *Oospora lactis* | − | − | ± |
| *Escherichia coli* | ## | ## | ## | *Rhizopus japonicus* | + | ## | ## |
| *Proteus vulgaris* | ## | ## | ## | *Aspergillus candidus* | − | − | ## |
| *Flavobacterium marinum* | − | − | − | 〃 *glaucus* | − | − | − |
| *Bacillus subtilis* | − | − | − | 〃 *melleus* | − | − | ## |
| 〃 *mesentericus* | − | − | − | 〃 *niger* | − | − | + |
| 〃 *cereus* | − | − | − | 〃 *oryzae* | − | − | ## |
| 〃 *repens* | − | − | − | 〃 *repens* | − | − | ± |
| | | | | *Penicillium chrysogenum* | − | − | ## |
| | | | | 〃 *granulatum* | − | − | ± |

魚油から得た不飽和 quaternary ammonium bromide の抗菌作用は著者等が先に発表した魚油・不飽和脂肪酸及び酸化不飽和脂肪酸の抗菌作用[14]と比較して極めて強力である。その理由としては水に対する溶解性の相違も問題となろうが，一般に菌体は − に負荷されており quaternary ammonium bromide では二重結合が水溶液中で + に負荷されている部分に存在しているということが大きな原因と考えられる。

## 要　　約

1. 魚油利用の見地から不飽和 quaternary ammonium 塩の抗菌作用並びにその製法について研究した。
2. その製造過程は次の如くである。

魚油または魚油脂肪酸 methyl ester ⟶ alcohol ⟶ bromide ⟶ triethylammonium bromide / pyridinium bromide

3. 上記過程中における沃素価の減少は顕著であり (約 40%), その大部分の減少は methyl ester→alcohol の還元反応中にあらわれその減少率は約 30% で特に著しい。

4. quaternary ammonium bromide の *Candida albicans* に対する抗菌作用は長炭素鎖の構造が同一であれば triethylammonium bromide でも pyridinium bromide でも同じである。

5. 飽和 quaternary ammonium bromide の抗菌作用には長炭素鎖中の炭素数だけが関係するが，不飽和化合物では炭素数と不飽和度とが関係する。炭素数を 16 よりも多くすることは作用を弱くし，不飽和度の増加は作用を強くする。然し牛らイカ肝油脂肪酸 methyl ester から得た 6 種の不飽和 quaternary ammonium bromide の抗菌作用には著しい差異がみられなかつたのでこの二つの因子は互いに打消し合つたものと考えられる。

6. 鰯油から得た不飽和 triethylammonium bromide は *Rhizopus japonicus* 以外の黴類を 31 万倍で，また *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli* 以外の細菌類及び酵母類を 160 万倍で抑制し，抗菌作用は極めて強力であつた。

## 文　　献


1) Pollock, M. R.: Symposia Soc. Exptl. Biol., **3**, 193, 1949.
2) Axelrod, A. E., Mitz, M. A. & Hofmann, K. J.: J. Biol. Chem., **175**, 265, 1948.
3) Laser, H.: Biochem. J., **51**, 57, 1952.
4) Wyss, O., Ludwig, B. J. & Joiner, R. R.: Arch. Biochem., **7**, 415, 1945.
5) Solamides, J.: Compt. rent. Soc. Biol., **140**, 111, 1946.
6) Hanel, F. & Piller, S.: Beitr. Klin. Tuberk., **103**, 239, 1950.
7) Kodicek, E.: Symposia Soc. Exptl. Biol., **3**, 217, 1949.
8) Dubos, R. J.: J. Exptl. Med., **85**, 9, 1947.
9) Nieman, C.: Bact. Reviews, **18**, 147, 1954.
10) Mckee, C. M., Dutcher, J. D., Groupe, V. & Moore, M.: Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **65**, 326, 1941.
11) Wilbur, K. M., Kenaston, C. B., Wolfoson, N., Ottolenghi, A. & Gaulden, N. E.: Anat. Rec., **120**, 708, 1954.
12) Ottolenghi, A., Bernheim, F. & Wilbur, K. M.: Arch. Biochem. Biophys., **56**, 157, 1955.
13) Bernheim, F., Wilbur, K. M. & Kenaston, C. B.: Arch, Biochem., **38**, 177, 1952.
14) Claude, A.: Science, **90**, 213, 1939.
15) Moloney, J. B.: J. Nat. Cancer Inst., **18**, 515, 1957.
16) Tappel, A. L.: Arch. Biochem. Biophys., **54**, 266, 1955.
17) Narayan, K. A. & Kummerow, F. A.: J. Am. Oil Chem. Soc., **35**, 52, 1956.
18) 富安行雄・豊水正道・高橋喜久雄: 本誌, **18**, 530, 1953.
19) Baker, Z., Harrison, R. W. & Miller, B. F.: J. Exptl. Med., **74**, 621, 1941.
20) Hotchkiss, R. D., Ann, N. Y.: Acad. Sci., **46**, 479, 1946.
21) Baker, Z., Harrison, R. W. & Miller, B. F.: J. Exptl. Med., **73**, 249, 1941.
22) Baker, Z., Harrison, R. W. & Miller, B. F.: J. Exptl. Med., **74**, 611, 1941.
23) Ordal, E. J, & Borg, A. F.: Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **50**, 332, 1942.
24) Valko, E. I. & Du Bois, A. S.: J. Bact., **50**, 481, 1945.
25) Hfineman, P. G.: J. Am. Pharm. Assoc., **26**, 711, 1937.
26) Dunn, C. G.: Am. J. Hyg., **26**, 46, 1937.
27) Howard, F. L. & Keil, H. L.: Phytopathology. **33**, 1116, 1943.
28) Lawrence, C. A.: J. Bact., **53**, 375, 1947.
29) Shelton, R. S., Van Campen, M. G., Tilford, C. H., Lang, H. C., Nisonger, L., Bandelin, F. J. & Robenkoenig, H. L.: J. Am. Chem. Soc., **68**, 753, 1946.
30) Hoogerheide, J. C.: J. Bact., **49**, 277, 1945.
31) Kolloff, H. G., Wyss, A. P., Himelick, R. E. & Mantele, F.: J. Am. Pharm. Assoc., **31**. 51, 1942.
32) 益山新六: 農化, **26**, 524, 1952.
33) Knight, G. A. & Shaw, B. D.: J. Chem. Soc., 682, 1938.
34) Gershenfeld, L. & Milanick, V. E.: Am. J. Pharm., **113**, 306, 1941.

# A New Method for Estimating the Freshness of Fish

Tsuneyuki Saito Ken-ichi Arai and Minoru Matsuyoshi
(*Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

In spite of the extreme importance of phosphate esters as metabolic intermediates, published reports on studies of their changes in muscle of fish, especially such dealing with acid soluble nucleotides, are few in number[1),2)].

According to the facts related to the role of these esters in living muscle, it may be considered that the freshness of fish must be closely related to the changes in the acid soluble nucleotides. By determining the contents of ribose derived from the nucleotides, J. M. Shewan and N. R. Jones[3)] applied the principle to estimating the freshness of fish. On the other hand, in the previous papers[4),5),6)] it has been reported that when carp muscles are frozen at a slow rate there occur rapid splitting of ATP* and instantaneous accumulation of IMP. Furthermore IMP thus formed is slowly converted to inosine and then to hypoxanthine. At room temperature these changes are accelerated and as a result inosine and hypoxanthine, especially the latter, are accumulated predominantly. Using these results as a basis it has been considered that the freshness of raw or frozen fishes may be judged by estimating their contents of inosine and hypoxanthine.

Two grams of fish muscle was ground in 20 ml. of 4 per cent cold perchloric acid solution by hand in a mortar. The extract was filtered and 10 ml. of the filtrate was used for analysis. Hypoxanthine, inosine and nucleotides were separated by the hydrochloric acid gradient elution system on Amberlite IRA-400. The details of the system have been described previously[6)].

The rate of freshness (K) is determined by the following formula:

$$K=\frac{B}{A}\times 100$$

where A is total optical density at 250 m$\mu$ of perchloric acid extract and B is optical density at the same wavelength of inosine and hypoxanthine fraction (eluted with 0.01 N ammonium chloride solution). The relation between the freshness of frozen fishes and the values of K are presented in Table 1. It can be seen that these values, from 0–0.1 to 80–90, coincide with the freshness of the fish samples, the former corresponding to perfectly fresh muscle, the latter to the muscle of inferior quality. The relation between this new method and others, which have been universally applied, will be discussed elsewhere.

*Received Aug. 22, 1958.*

* The following abbreviations are used:
ATP, Adenosinetriphosphate;
IMP, Inosinemonophosphate;

**Table 1.** Objective index (K) and the freshness of various frozen fishes.

| Species | Grade* | Periods of frozen storage (month, at −18∼−20°C.) | Optical density at 250 mμ | | K | Time elapsed after catching |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | | |
| Yellow-tail | medium | 3.5 | 5.200 | 2.202 | 42 | 100–120 hrs. |
| Swordfish | medium | 15 | 7.000 | 3.279 | 46 | 100–120 hrs. |
| Sardine | high | 6 | 6.250 | 0.636 | 10 | 40 hrs. |
| Mackerel pike | high | 3 | 6.690 | 0.828 | 12 | |
| Mackerel | high | 3.5 | 6.245 | 1.226 | 20 | |
| Mackerel | medium | 7 | 6.500 | 3.019 | 46 | |
| Mackerel | medium | 7 | 6.600 | 1.490 | 23 | |
| Mackerel | medium | 7 | 6.260 | 1.664 | 27 | |
| Codling | low | 7 | 4.600 | 4.083 | 89 | 7 days |
| Rockfish | low | 3.5 | 3.210 | 2.520 | 78 | 10 days |
| Mackerel (or Salmon) shark | medium | 2 | 5.000 | 1.246 | 25 | |
| Great blue shark | low | 5 | 4.100 | 3.404 | 83 | 20–50 days |
| Long-jaw flounder | medium | 4 | 4.600 | 1.834 | 40 | |
| Halibut | high | 3 | 4.480 | 1.300 | 29 | |
| Carp | very high | 0 | 4.300 | 0.000 | 0 | |
| Squid | very high | 0 | 7.322 (at 260 mμ) | 0.008 | 0.1 | freshly caught |

* Grade was determined by sensory judgment of raw fish before freezing.

## References


1) Partmann, W.: Arch. Fischereiwiss., **5**, 159 (1954).
2) Jones, N. R. and Murray, J.: Biochem. J., **66**, 5P (1957).
3) Shewan, J. M. and Jones, N. R.: J. Sci. Food Agr., **8**, 491 (1957).
4) Saito, T. and Arai, K.: Nature, **179**, 820 (1957).
5) ———: Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **23**, 265 (1957).
6) ———: Arch. Biochem. Biophys., **73**, 315 (1958).

# A Comparative Study on the Extractability of Muscle Proteins of Some Animals

Masao Migita, Juichiro J. Matsumoto and Norimichi Aoe
(*Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*)

It was found that aqueous extract of squid muscle exhibits streaming birefringence (SB)[1]. Investigating solubility behaviours of squid muscle proteins, the present authors have arrived at an assumption that the peculiarity might be accounted for either by presence of some unknown water-soluble streaming birefringent proteins, or by dissolution of "myosins" into aqueous extract[2)3)]. A remarkable fact thereby observed was as follows: When teleost muscles were subjected to repeated extractions with water, the total amount of proteins in the extracts ($\sum S$) was nearly equal to the amount of non-myosins ($N$), which was calculated from $N=L-M$, where $L$ and $M$ are the amounts of proteins extracted with salt solution and of those precipitated from the extract on dilution respectively. Therefore, what assayed here as $\sum S$ or $N$ were conceived to comprise albumins and globulin X in muscle. But in the case of squid muscle the situation was different, that is, $\sum S$ was far greater than $N$. This indicates that proteins responsible for SB in aqueous extract of squid muscle behaved like "myosins" in salt solution as far as the solubility behavior is concerned, even if they might not be identical with any of known "myosins".

Development of SB in aqueous extracts of muscles has been observed by Okada *et al.*[1] with squid and all shell-fishes tested, earshell, baby clam, hen clam and fan shell, but never with fishes and shrimps. Thus development of SB in aqueous extract seems to be a characteristic of Mollusca.

Intending to know whether equality or unequality of the amounts of water extractable proteins and non-myosins are correlated to development of SB in aqueous extract of muscle, a comparative study was made with muscles of some Mollusca, Crustacea and Fishes.

## Experimental

### Materials and Methods

The procedures described previously were followed, unless otherwise stated[2)3)].

*Received Sept. 3, 1958.*
* Contribution B No. 298 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo.
Read before the Meeting of Japanese Society of Scientific Fisheries, Oct. 2, 1954.
This investigation was supported by a grant from the Research Fund of the Ministry of Education.

*Materials* Animals used were listed in Table 1. Muscles were taken from mantle in cephalopoda, foot in gastropoda and lamellibranchia, legs and shoulders in blue crab and abdominal segments in lobster and prawn, dorsal common muscle in fishes, and hinter limbs in bull-frog.

Muscles were chopped and ground in mortor before being extracted. With muscles of shell-fishes and snail, grinding was facilitated by addition of a small amount of quartz sand, since they were too tough to be easily disintegrated.

**Table 1.** General description of the muscles subjected to analysis

| Name; Jap. name in ( ) | Scientific name | Note | Sex | Body length & weight of animal | Physiological condition | Muscle | | | Season |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | pH | Total prot. (%) | Prot.-N / total.-N (%) | |
| Squid I (Surumeika) | *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP | $a_1$ | ♂ | | Live | 6.4 | 15.3 | 70.8 | November |
| | | $a_2$ | | | Dead | 6.2 | 15.6 | 71.7 | December |
| | | $a_3$ | | | Dead | 6.8 | 16.7 | 71.6 | October |
| | | $a_4$ | ♂ | | Dead | 6.1 | 14.4 | 65.9 | November |
| | | $a_5$ | ♀ | 240 mm., 455 g. | Dead | 6.5 | 14.2 | 69.0 | June |
| | | $a_6$ | ♂ | 270 g. | Live | 6.3 | 13.9 | 71.0 | December |
| | | $a_7$ | | | | 6.4 | | | December |
| | | $a_8$ | ♂ | | | 6.6 | | | December |
| | | $a_9$ | | | Dead | 6.0 | 14.7 | 70.8 | June |
| Squid II (Yariika) | *Loligo breekeri* KEFERSTEIN | $b_1$ | | | Dead | 6.1 | 10.7 | 67.5 | March |
| | | $b_2$ | ♂ | 70 g. | Dead | 6.6 | 11.0 | | March |
| Squid III (Akaika) | *Stenoteuthis bartrami* (LESUEUR) | | | | Dead | 6.7 | 12.5 | 66.9 | March |
| Squid IV (Kooika) | *Sepia esculenta* HOYLE | | ♂ | | Dead | 6.6 | 14.5 | 70.7 | March |
| Octopus (Madako) | *Polypus Vulgaris* (LAMARCK) | | ♀ | 540 g. | Dead | 6.6 | 11.0 | 74.9 | September |
| Baby clam (Asari) | *Venerupis (Amygdala) philippinarum* (ADAM et REEVE) | | ♂+♀ | | Live | 6.6 | 10.0 | 74.2 | April |
| Abalone (Awabi) | *Haliotis (Euhaliotis) gigantea* GMELIN | | | 140×95×35 mm., 350 g. | Live | 6.5 | 11.6 | 75.2 | September |
| Snail | *Euhadra peliomphala* (PFEIFFER) | | ♂+♀ | Average 3.5 g. (with shell) | Live | 8.1 | 14.6 | 88.9 | May |

| Name; Jap. name in ( ) | Scientific name | Note | Sex | Body length & weight of animal | Physiological condition | Muscle pH | Muscle Total prot. (%) | Muscle Prot.-N / total-N (%) | Season |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flatfish (Hirame) | *Paraliclithys olivaceus* TEMMINCK & SCHLEGEL | $c_1$ | | 245 mm., 280 g. | Dead | | 17.3 | | January |
| | | $c_2$ | ♂ | 380 mm., 742 g. | Dead | 6.7 | 18.3 | 92.4 | April |
| | | $c_3$ | ♀ | | Dead | 6.4 | 19.7 | 89.9 | April |
| | | $c_4$ | ♂ | 355 mm., 800 g. | in Rigor mortis | 6.4 | 19.7 | 87.9 | July |
| Horse mackerel (Masaji) | *Trachurus japonicus* TEMMINCK & SCHLEGEL | $d_1$ | | 162 mm., 59 g. | Dead | 6.1 | 17.0 | 79.0 | May |
| | | $d_2$ | ♀ | 177 mm., 100 g. | Dead | 6.4 | 18.9 | 86.5 | July |
| Carp (Koi) | *Cyprinus carpio* | $e_1$ | ♀ | 262 mm., 490 g. | Live | 6.8 | 17.7 | 89.7 | December |
| | | $e_2$ | ♀ | 288 mm., 458 g. | Live | 7.3 | 17.8 | 87.8 | June |
| | | $e_3$ | ♀ | 260 mm., 520 g. | Live | 6.8 | 16.6 | 84.8 | June |
| Lobster (Iseebi) | *Panulirus japonicus* (V. SLEBOLD) | | ♂ | 148 mm., 240 g. | Live | 7.6 | 17.8 | 75.2 | September |
| Prawn (Saruebi) | *Trachypenaeus curvirostris* (SIMPSON) | | ♂+♀ | Average 8.6 g. | Dead | 6.8 | 13.4 | 78.0 | June |
| Blue crab (Gazami) | *Neptunus tritubercultus* MIERS | $f_1$ | ♀ | 71×150 mm., 190g. | Live | 6.9 | 13.8 | 61.9 | July |
| | | $f_2$ | ♂ | 98×185 mm., 300g. | Dead | 6.6 | 10.0 | 61.9 | September |
| Bull-frog (Ushigaeru) | *Rana catesbiana* SHAW | | ♀ | 154 mm., 440 g. | Live | 7.3 | 17.3 | 83.0 | September |

*Extraction with water* Ground muscle (10 g.) was extracted with cold distilled water (200～300 m*l*.) for 10 min. by means of a hand-made blendor[1]. Extraction was repeated 3 times, and three aqueous extracts $S_1$, $S_2$ and $S_3$ were obtained by centrifugation (3500～4000 r. p. m., 20 min.). Proteins in $S_1$, $S_2$ and $S_3$ were estimated as water-extractable proteins and expressed in $\sum S$. A minute quantity of proteins extractable by further extractions was neglected in the present experiment.

*Extraction with KCl solution* 10 g. of muscle were extracted with 20～40 vol. of KCl-$KHCO_3$ buffer (pH 7.5, ionic strength $I=1.0+0.03=1.03$) or KCl-phosphate buffer (pH 7.5, $I=0.85+0.15=1.0$) by a hand-made blendor for 10 min. and centrifuged. Proteins in the supernatant were estimated as salt-soluble proteins and expressed in $L$. The salt extract was diluted with water to $I=0.05$, pH being adjusted to 6.5, and was kept overnight in an ice-box. Precipitates formed were gathered and estimated

as "myosins", $M$. The amount of non-myosins was calculated from $N=L-M$. $S$, $L$, $M$ and $N$ were expressed in percentage of total muscle proteins.

*Measurement of SB* When an extract, aqueous or saline, exhibited SB, it was diluted serially two-fold with the same solvent (water or KCl solution), and the change of the pattern observed with a pair of the cross Nicol prisms was followed. Intensity of SB was expressed with the minimum concentration of protein which produced a pattern of a distinct cross (+) or of moving bright and dark areas (±)[2].

## Results

Muscles of animals of different kind showed marked differences not only in protein contents (Table 2) and streaming birefringent property (Tables 2 and 3), but also in aspects of the precipitates spun down in extraction mixture.

*Amounts of water extractable proteins and non-myosins*

In fishes and bull-frog the amount of water extractable proteins lies near 20% of total muscle proteins, and in Crustacea and Mollusca, except abalone and a blue crab, the value is distinctly larger than this. Out of two blue crabs used, one (sample $f_1$ in Table 1) gave a value comparable with lobster and prawn, while the other (sample $f_2$) with fish. This might probably come from the difference in physiological conditions between the samples. Sample $f_1$ was live, while $f_2$ dead.

The biological difference of animals seems to be reflected more distinctly in the relationship of $\sum S$ to $N$. Thus, as a general principle, in Mollusca $\sum S > N$, in Crustacea $\sum S >$ or $\div N$, and $\sum S \div N$ in fishes and bull-frog. Abalone and the blue crabs, sample $f_2$ which gave values of $\sum S$ comparable with fish, are no exception here.

*Streaming birefringence* Development of SB in aqueous extract was detected only in molluscan muscles, and SB in saline extract was observed in muscles from animals other than shell-fish and snail.

Concerning the intensity of SB in salt extracts, it seems likely that Cephalopoda and Crustacea show always stronger SB than fishes.

*Precipitates spun down in aqueous extraction mixtures*

Some differences were observed in aspects of precipitates obtained in the second and third extractions, when muscles were repeatedly extracted with water and the extraction mixtures were centrifuged.

In squid muscle, as previously reported, precipitates in the first extraction are white, opaque and rather compact, forming the bottom layer. The supernatant liquid (A-phase) could be decanted without disturbing the bottom layer. In the second and later extractions, a part of precipitates swelled into translucent paste to form a new layer (C-phase) above the residue consisting of connective tissues (B-phase). Upper part of C-phase turned into a fluid suspension (D-phase) which flows out on decantation.

In carp muscle, the aspects of precipitates showed no noticeable change by repeated

extractions, that is, the precipitates in the second the later extractions were less swelled and less translucent compared with C-phase in the case of squid muscle.

In crustacean muscle, part of precipitates in the second and later extractions

**Table 2.** Comparison of the amounts of water-extractable proteins and non-myosins of muscles of various animals

| Animal | Water-extract; SB in ( ) | | | | Comparison | Non-myosins | Salt-soluble protein; SB in ( ) | Aspect of aqueous extraction ppt.* | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $\Sigma S$ | | | | | |
| Squid I | 22.5(−) | 14.3(+) | 8.7(+) | 46 $a_1$ | > | 17 $a_3$ | 61(+) | C- and D-phase in II and III | |
| | 24.5(−) | 6.1(−) | 11.8(±) | 42 $a_2$ | | 10 $a_4$ | 72(+) | | $a_2$. extracted repeatedly with ×40 volumes of water |
| | | | | | | 22 $a_5$ | 76(+) | | |
| | | | | | | 16 $a_6$ | 56(+) | | |
| Squid II | 12.6(−) | 5.0(+) | 10.0(+) | 28 $b_1$ | > | 17 $b_2$ | 89(+) | | $b_1$ ×5 volumes of water |
| Squid III | 17.4(−) | 10.8(+) | 6.4(+) | 33 | | | | | |
| Squid IV | 17.7(−) | 11.0(±) | | 29 | | | | | |
| Octopus | 20.8(−) | 16.8(+) | 9.0(+) | 47 | > | 22 | 51(+) | | |
| Baby clam | 20.9(−) | 12.3(−) | 11.5(+) | 35 | > | 17 | 47(−) | C-phase and little D-phase in III | |
| Abalone | 10.9(−) | 4.2(+) | 5.9(+) | 21 | > | 5 | 43(−) | C-phase in II and III | |
| Snail | 32.3(+) | 6.0(±) | | 38 | > | 20 | 46(−) | | |
| Flatfish | 13.5(−) | 2.9(−) | 2.1(−) | 19 $c_1$ | ≒ | 15 $c_2$ | 63(+) | | |
| | | | | | | 18 $c_3$ | 45(+) | | |
| | 16.6 | 2.0 | | 19 $c_2$† | | 24 $c_4$ | 91(+) | | † Extracted with Waring blendor (10,000 r.p.m.) |
| Horse mackerel | 15.5(−) | 3.1(−) | 1.5(−) | 21 $d_1$ | ≒ | 23 $d_1$ | 89(+) | | |
| | | | | | | 21 $d_2$ | 91(+) | | |
| Carp | 19.1(−) | 4.4(−) | 1.8(−) | 25 $e_1$ | ≒ | 23 $e_2$ | 84(+) | $e_1$ very few D-phase in II and III | |
| | | | | | | 25 $e_3$ | 87(+) | | |
| Lobster | 29.0(−) | 16.0(−) | 8.2(−) | 53 | > | 24 | 62(+) | J-phase in II and III | |
| Prawn | 26.0(−) | 9.3(−) | 7.2(−) | 43 | > or ≒ | 36 $f_1$ | 92(+) | 〃 | |
| Blue crab | 26.6(−) | 7.5(−) | 7.3(−) | 41 $f_1$ | > | 19 $f_1$ | 56(+) | 〃 | |
| | 17.1(−) | 2.9(−) | 1.2(−) | 21 $f_2$ | > | 14 $f_2$ | 94(+) | | |
| Bull-frog | 17.2(−) | 3.8(−) | 4.4(−) | 25 | > or ≒ | 21 | 43(−) | J-phase in II and III | |

1) $a_1$....$f_2$ are notes of samples listed in Table 1.

2) The extraction mixtures of the first, second and third extractions are expressed as I, II, III respectively.

* In the case without particular description, less swollen, less translucent residual layer was found covering B-phase.

**Table 3.** Relative intensity of streaming birefringence of the proteins in water and salt extracts of various animals

| Animal | Extractant | Preparation | Solvent used in serial dilution | Minimum protein concn. (mg./ml.) to give +SB | to give ±SB |
|---|---|---|---|---|---|
| Squid I | Water | $S_2$ | Water | 0.20 | — $a_1$ |
| | | | | 0.30 | — $a_2$ |
| | | | | 0.50 | 0.25 $a_3$ |
| Squid III | Water | $S_2$ | Water | 1.34 | 0.33 |
| | Water | $S_3$ | Water | 0.89 | 0.22 |
| Squid IV | Water | $S_2$ | Water | — | 0.20 |
| Octopus | Water | $S_2$ | Water | 0.24 | 0.12 |
| | Water | $S_3$ | Water | 0.12 | — |
| Baby clam | Water | $S_3$ | Water | 0.28 | 0.14 |
| Abalone | Water | $S_3$ | Water | 0.09 | 0.04 |
| Snail | Water | $S_2$ | Water | — | 0.30 |
| Squid I | Water | C-phase | Water | 0.41 | — $a_7$ |
| | | | | 0.72 | 0.36 $a_8$ |
| | | | | 0.36 | 0.18 $a_8$ |
| Squid I | 1 M KCl | Myosins | Water | 0.44 | 0.22 $a_3$ |
| | | | | 0.29 | 0.15 $a_4$ |
| Bull-frog | Water | J-phase suspended in water | Water | 0.86 | — |
| Squid I | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 1.12 | 0.56 $a_4$ |
| | | | | 1.10 | 0.55 $a_5$ |
| | | | | 0.47 | 0.24 $a_7$ |
| Octopus | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 1.63 | — |
| Flatfish | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 3.5 | 1.7 |
| Horse mackerel | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 3.7 | — |
| Carp | 1 M KCl | Whole extaact | 0.5 M KCl | 2.7 | 1.4 $e_2$ |
| | | | | 2.6 | 1.3 $e_3$ |
| Lobster | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 0.92 | 0.46 |
| Prawn | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 1.7 | 0.86 |
| Blue crab | 1 M KCl | Whole extract | 0.5 M KCl | 0.64 | 0.32 $f_1$ |
| | | | | 1.05 | — $f_2$ |
| Bull-frog | 1 M KCl | | 0.5 M KCl | 1.97 | — |
| Squid I | 1 M KCl | (Myosins) | 0.5 M KCl | 1.17 | — |
| Octopus | Water | $S_2$ | 0.5 M KCl | 0.49 | — |

swelled markedly and spread in supernatant layer (A-phase), forming a dilute jelly-like layer (J-phase). This layer occupied a greater part of the liquid phase and flowed out together with supernatant liquid on decantation. The jelly-like nature of this new layer was presumed from the fact that, when the layer was swayed gently, it moved as a whole as if particles were linked together mutually. The supernant itself did never show SB, but it did show intense SB if contaminated with J-phase.

## Discussion

Results of the experiments seem to indicate that muscles of used animals could be roughly grouped into three types: Mollusca-, Crustacea-, and Fish-types. Characteristics of each groups are illustrated in Table 4.

**Table 4.** Characteristics of three types of muscle

| Type | SB of aqueous extract | Relationship between $\sum S$ and $N$ | Ppt. in the 2nd and later extractions |
|---|---|---|---|
| Mollusca | + | $\sum S > N$ | B-phase, C-phase and D-phase |
| Crustacea | − | $\sum S > \text{ or } \fallingdotseq N$ | B-phase, a compact pasty phase, and J-phase |
| Fish | − | $\sum S \fallingdotseq N$ | B-phase and a compact pasty phase |

Muscle of bull-frog belongs to Fish-type when judged by the relationship of $\sum S$ to $N$, but rather to Crustacean-type when judged by aspects of precipitate.

With development of SB in aqueous extract of squid muscle, the authors[2)3)] have previously been led to the assumption stated before that this might be ascribed to either the presence of some water-soluble streaming biregringent protein which exhibits solubility behaviours similar to "myosins" in salt extract, or the dissolution of some "myosins" into aqueous extract for some reason. This seems to hold good generally for Mollusca muscles, since their aqueous extract exhibits SB and contains water-soluble proteins far exceeding non-myosins in amount.

The relationship $\sum S > N$ was also found in muscles of lobster and prawn, but SB is not detected in their aqueous extract. This may suggest possible presence of some water soluble protein which is not streaming birefringent but shows solubility behaviors similarly to the "myosins" in salt solution.

As regards salt extract of muscles of shellfishes and snail, no SB was found in the present study, while a good amount of "myosins" was found in the salt extracts of these muscles (64% in baby clam, 89% in abalone and 53% in snail, per total proteins in solution respectively). On the other hand, Okada and Tada[1)] have reported that they detected *weak* SB in saline extracts of earshell (abalone) as well as hen-clam, while could not in those of baby clam and fan shell. Although some inconsistency exists between the present data and Okada's one, it seems probable that SB of shellfish- and snail-salt extracts might be generally so weak that it often escapes from being detected by such an SB-apparatus as used by the authors which was not designed for high precision.

If the intensity of SB of many extracts is compared in terms of minimum protein concentration for showing SB (Table 3), molluscan muscle proteins appear to give weaker SB in salt extract than in aqueous extracts, though not without some exceptions.

It is interesting to note that tropomyosin is streaming birefringent and of high

viscosity in aqueous solution, but loses SB and high viscosity in the presence of inorganic salts[5], and that tropomyosin has been isolated by BAILEY as a predominant protein of of shell-fish muscle[6]. Disappearance of SB in salt solution has been observed also in rabbit myosin[7] and WEBER and PORTZEHL[8] ascribed this to the change in dispersion state of the myosin. Thus myosin proper of SZENT-GYÖRGYI exists in water as transparent gel which gives SB, while in 0.5 M KCl it dissolves into a clear solution and loses SB.

In Table 3, SB of salt extract of squid, octopus, and Crustacea muscles appear to be stronger than that of fishes. This might be explained either by difference in nature of the streaming birefringent protein itself, or by some effect of coexistent substances, say, inorganic salts, in the extract. The conclusion, however, should be drawn on further investigation.

Stability of aqueous extract seems to vary with the type of muscle. Aqueous extract from Crustacea and bull-frog muscle produced white flocculent precipitate after one or two night cold storage, while the first aqueous extract of squid yielded white fine precipitate only after several days, but that of fish showed no appreciable change.

When flat-fish muscle was extracted twice by means of Waring blendor (ca. 10,000 r. p. m., 2 min.) instead of the hand-made blendor, a part of precipitates in the second extraction mixture swelled to form a dilute jelly-like layer (J-phase) as in the case of Crustacea muscle. This layer was, however, rather denser than that formed in the case of Crustacea. Thus the aspects of precipitates in aqueous extraction mixtures obtained from vigorously disintegrated fish muscle resemble those of Crustacea-type. This seems to suggest that differences observed between these two types might partly owe to the difference in mechanical toughness of tissue texture.

Extractability of muscle proteins is, as well-known, affected by history of sample. Therefore, there may be doubt in validity of the argument here in which results obtained with muscles from animals in different physiological conditions are compared on equal terms. But a series of experiments with muscles of squid and flat-fish of vastly different freshness distinctly show existence of type characteristics for each animal.

## Summary

Intending to know whether the quantitative relationship of water-extractable proteins to non-myosins in muscle is correlated with the development of SB in its aqueous extract, a comparative study was made with muscles of some Mollusca, Crustacea, fishes and bull-frog.

(1) Muscles of used animals were found to be practically grouped into three types: Mollusca-, Crustacea-, and Fish-types (cf. Table 4).

(2) In Mollusca-type muscles SB was detected in aqueous extracts and water soluble proteins far exceed non-myosins in amount ($\Sigma S > N$).

(3) In fish and Crustacea-types SB was not detectable in aqueous extracts, and $\sum S \fallingdotseq N$ in the former but $\sum S >$ or $\fallingdotseq N$ in the latter.

(4) Intensity of SB of salt extracts was apparently greater in Cephalopada and Crustacea than in fishes.

(5) Muscles showed each characteristic pattern corresponding to the three types also in aspects of precipitates spun down in aqueous extraction mixture.

## References


1) Okada, M. and Tada, S.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 224~231 (1954)
2) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Ibid.*, **20**, 641~652 (1954)
3) Migita, M. and Matsumoto, J. J.: *Ibid.*, **23**, 703~709 (1958)
4) Matsumoto., J. J.: *J. Jap. Chem.*, **9**, 202~203 (1955)
5) Bailey, K.: *Biochem. J.*, **43**, 271~279 (1948)
6) Bailey, K.: *Biochem. Biophys. Abta*, **24**, 612~619 (1957)
7) Szent-Györgyi, A.: "Chemistry of Muscular Contraction", Academic Press, New York (1947) p. 5.
8) Weber, H. H. and Portzehl, H: "Advances in Protein Chemistry," VII, 196 (1952)

# 不飽和脂肪酸の酸化に対する血液ならびに血液色素の触媒作用

清水千秋・福原忠信
(長崎大学水産学部)

# The Catalytic Action of Blood and Blood Pigment on the Oxidation of Unsaturated Fatty Acid and Hydrocarbon

Chiaki Shimizu and Tadanobu Fukuhara

The blood of mackerel oxidizes the linoleic acid, and the oxidizing action of the blood is caused by the catalytic action of hemin pigment and lipoxidase-like enzyme (Fig. 1).

As mentioned above hemin oxidizes the linoleic acid (vitamin F), but it does not oxidize sorbic acid, eleostearic acid and squalene. These acids and the hydrocarbon are oxidized by the oxide of linoleic acid. The oxides of sorbic acid, eleostearic acid and squalene oxidize the carotinoid pigment as the oxide of the linoleic acid (Fig. 2, 3).

## 緒　　言

H. Suellman[1] はヘミンの触媒作用で不飽和脂肪酸が酸化されることを，A. L. Tappel, Y. T. Lew[2] は hemoglobin, myoglobin, cytochrome が不飽和脂肪酸酸化の強力な触媒であることを報告しており，F. Haurowitz, P. Schwerin, M. Yenson[3] 等は不飽和脂肪酸はヘミンの触媒作用で酸化され，しかもその酸化生成物でヘミンが破壊されると報告している。著者等も前報[4] でヘミンの触媒作用による不飽和脂肪酸ならびにビタミンAの酸化について若干報告したが今回は血液ならびに血液色素による不飽和脂肪酸および不飽和炭化水素の酸化をクロチン法[5] および紫外部吸収曲線の測定でしらべたところ，分子中に $-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-$ なる構造をもつた脂肪酸が存在するときは該脂肪酸は勿論共存する他の不飽和脂肪酸，不飽和炭化水素も酸化されるが該脂肪酸を含まず，共軛系不飽和脂肪酸，不飽和炭化水素等が単独のときは血液，ヘミン等が共存しても殆んど酸化されないこと等を確かめたのでこれらについて報告する。

## 実 験 方 法

### 1. サバ *Scomber tapeinocephalus* Bleeker 血液の不飽和脂肪酸酸化作用

生魚から採つた血液を二度凍結融解を繰返した後適当濃度に稀釈して試料とした。即ち 50cc 三角フラスコに M/15 燐酸緩衝液 (pH 5.0～8.3) 2cc, 適当濃度のクロチン水溶液 2cc, 10% リノール酸メチルエステル (沃素価: 174.0) のアセトン溶液 0.5cc, 試料 0.1cc を加え 20°C で反応させた。なお稀釈血液の代りに同稀釈血液を5分間沸かに煮沸後乳化したもの，薬用 hemoglobin (和光製) アルカリ溶液 0.1cc (hemoglobin: ca. 50γ), 結晶ヘミン[6] を使用した alkali hematin 溶液 0.1cc (hemin: 5γ), $Na_2S_2O_4$ で還元した hemoglobin 溶液 0.1cc (適当濃度) および hematin 溶液 0.1cc (適当濃度) をリノール酸メチルエステルに作用させた。即ち以上の各混合液を 20 分間反応させた後エタノール 10cc, 20% 酢酸亜鉛溶液 0.2cc を加え 10 分間遠心分離 (3,000 r.p.m.) 後 480 mμ フイルターを使用して残存クロチンを比色定量して酸化

1958 年 9 月 4 日受理

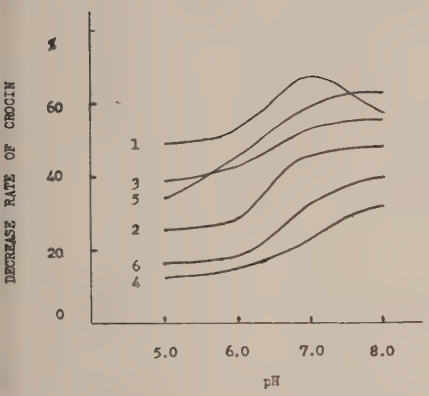



Fig. 1. Effect of pH on the oxidation of fatty acid by the mackerel blood and blood pigment (20°C., 20 min.).
methyl ester of linoleic acid: 50 mg. acetone solution.
1. diluted mackerel blood. 2. boiled blood (100°C., 5 min.). 3. medicinal hemoglobin. 4. reduced medicinal hemoglobin. 5. alkali hematin. 6. reduced alkali hematin.

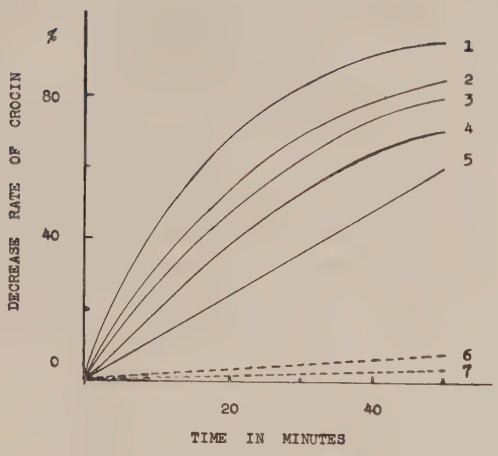



Fig. 2. Effect of fatty acid on the decrease of crocin (35°C., pH 7.0).
hemin: 5γ acetone solution.
fatty acid: mixture of 2.5 mg. methyl ester of linoleic acid and 5 mg. methyl ester of other fatty acids or squalene.
1. linoleic acid. 2. α-eleostearic acid. 3. squalene. 4. sorbic acid. 5. palmitic acid. 6. linoleic acid and none hemin. 7. 7.5 mg. α-eleostearic acid, palmitic acid, sorbic acid or squalene but none linoleic acid.

の程度をしらべた。実験結果は Fig. 1 に示す。

**2, 2, 3 の不飽和脂肪酸およびスクアレンに対するサバ血液の触媒作用**

前報[4] でヘミンはリポキシダーゼと同じように特定の不飽和脂肪酸にだけ作用するような結果をえたので今回はサバ血液で同様試験を行つた。

**パルミチン酸メチルエステル**　試薬1級パルミチン酸をエステル化後減圧蒸溜し5% アセトン溶液とした。

**リノール酸メチルエステル**　局方亜麻仁油から脂肪酸を遊離し，エステル化後減圧蒸溜して主溜部分（沃素価: 174.0）を 5% アセトン溶液とした。

**α-エレオステアリン酸メチルエステル**　局方桐油から脂肪酸を遊離し，エステル化後減圧蒸溜した主溜部分を −15°C に 50 時間以上冷却し，低温沪過後沪液（沃素価: 110.7）を 5% アセトン溶液とした。

**ソルビン酸メチルエステル**　台糖製ソルビン酸をエステル化して再結した後 5% アセトン溶液とした。

**スクアレン**　ユメザメ，ヘラツノザメの肝油を減圧蒸溜した主溜部分に金属ナトリウムを加えて再蒸溜しその主溜部分を 1N NaOH アルコール液で洗滌した後水洗乾燥し −25°C で出来た沈澱物をとり除いた液状部分（沃素価: 378.1, $n_D^{19}$ 1.4947）を 5% アセトン溶液とした。

試験管に M/20 燐酸緩衝液（pH 7.0）1cc，適当濃度のクロチン水溶液 2cc，ヘミンのアセトン溶液 0.2cc (hemin: 5γ) に 2.5% リノール酸メチルエステルのアセトン溶液 0.1cc を加え，各々にリノール酸，α-エレオステアリン酸，ソルビン酸，パルミチン酸の各メチルエステルおよびスクアレンの 5% アセトン溶液 0.1cc を加え 35°C で一定時間反応させた後エタノール 10cc，20% 酢酸鉛溶液 0.2cc を加えて 10 分間遠心分離後残存クロチンを比色定量して脂肪酸の酸化程度をしらべたところ Fig. 2 に示すような結果をえた。

### 3. 不飽和脂肪酸およびスクアレンの酸化生成物の紫外部吸収曲線

2で使用した試料を用いて実験を行つた。即ち各々の試験管にリノール酸メチルエステル，α-エレオステアリン酸メチルエステルおよびソルビン酸メチルエステルの各々 8mg/cc エーテル溶液，スクアレンの 35 mg/cc エーテル溶液を各々 1cc ずつ加えたものおよびこれらにさらにリノール酸メチルエステルのエーテル溶液 1cc ずつを追加したものを温湯中に入れてエーテルを蒸発させた後ヘミンの N/100 NaOH 溶液 1cc (hemin: 0.2mg) を加え 35°C で反応させた。なお対照試験としてヘミン溶液の代りに N/100 NaOH 1cc を使用した。これらの混液を一定時間反応させた後 N/100 HCl 1cc を加えてよく混合した後 5cc のエーテルで脂肪酸を抽出し吸光係数を測定した。なおスクアレンの吸収曲線測定ではエーテル抽出後エーテルを蒸発させ 2N NaOH アルコール溶液 1cc を加え 50°C で鹸化後スクアレンをエーテルで抽出して吸光係数を測定した。実験結果は Fig. 3 に示す。

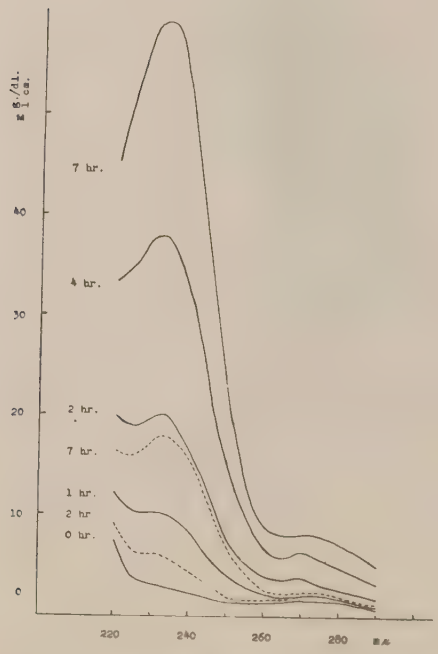



**Fig. 3a.** Absorption spectra of the oxide of methyl ester of linoleic acid in ether.
reaction temperature: 35°C.
hemin: 0.2 mg. N/100 NaOH solution.
methyl ester of linoleic acid: 16 mg.
dotted lines: none hemin.

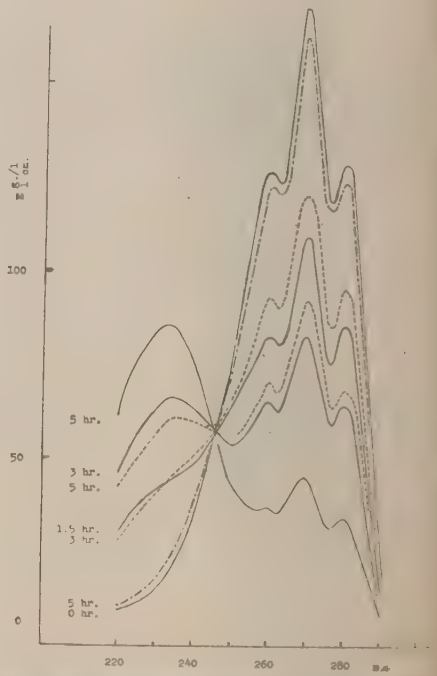



**Fig. 3b.** Absorption spectra of the oxide of methyl ester of α-eleostearic acid in ether.
solid lines: 8 mg. methyl ester of α-eleostearic acid and methyl ester of linoleic acid.
dotted lines: none hemin.
chain line: none methyl ester of linoleic acid.

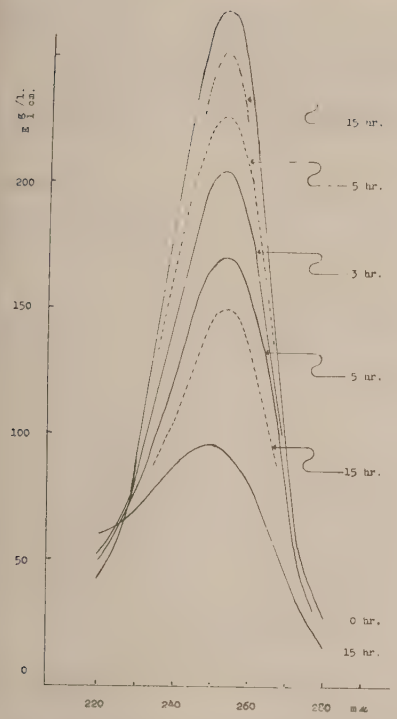



**Fig. 3c.** Absorption spectra of the oxide of methyl ester of sorbic acid in ether.
solid lines: 8 mg. methyl ester of sorbic acid and methyl ester of linoleic acid.
dotted lines: none hemin.
chain line: none methyl ester of linoleic acid.

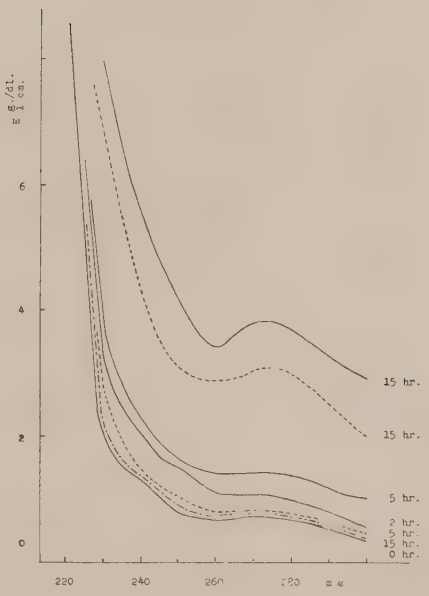



**Fig. 3d.** Absorption spectra of the oxide of squalene in ether.
solid lines: 35 mg. squalene and 8 mg. methyl ester of linoleic acid.
dotted lines: none hemin.
chain line: none methyl ester of linoleic acid.

## 結果の考察ならびに結論

Fig. 1 に示すように適当に稀釈したサバ血液の触媒作用による不飽和脂肪酸の酸化は pH 7.0 附近で最も強い。即ち酵素作用のように最適 pH が認められるが該血液を煮沸した場合には最適 pH が認められなくなるのみならず酸化力が3分の2に減少し，しかも酸化作用は酸側に比較してアルカリ側で強くなる。このような傾向は薬用 hemoglobin, alkali hematin, reduced hemoglobin および reduced hematin の場合にも見られる。即ち血色素中の鉄の原子価，globin の有無にかかわらずヘミン色素はアルカリ側で酸化作用が大きい。以上の結果から煮沸血液の酸化作用が血液中のヘミン色素によることは明白である。生の血液では 7.0 附近に酸化の最適 pH が認められ，しかもこの値は肝臓中のリポキシダーゼ様酵素の最適 pH と同じであることから考えて，多分血液中にもリポキシダーゼ様酵素が存在し，これが血液色素と共に不飽和脂肪酸を酸化するものと考えられる。

前報[1]でも若干のべたが不飽和脂肪酸の酸化に対するヘミンおよびリポキシダーゼ様酵素の触媒作用は作用する脂肪酸によってかなり異なるので不飽和脂肪酸およびスクアレンに，稀釈したサバ血液を作用させた結果 Fig. 2 に示すように α-エレオステアリン酸，ソルビン酸のメチルエステルおよびスクアレン等不飽和度の高いものも単独の時はクロチンが全然減少しないが，リノール酸メチルエステルが多少混入するとクロチンが減少する。即ち α-エレオステアリン酸，スクアレン等は直接血液の触媒作用では酸化されないが，血

液の触媒作用で出来たリノール酸メチルエステルの酸化生成物が他の不飽和脂肪酸，スクアレン等を酸化しかもこれらの酸化生成物がリノール酸メチルエステルの酸化生成物と同じようにクロチンを酸化するのであり，カロチン，ビタミンA等も当然クロチン同様にこれらの酸化生成物で酸化される。しかしクロチンを酸化しないような酸化生成物も考えられるのでヘミンの触媒作用で酸化した生成物の紫外部吸収曲線をしらべた。

Fig. 3 に示すようにリノール酸メチルエステル（$\Delta^{9,12}$）はヘミンの触媒作用で 234 mμ の吸光係数が著しく増大するが，これは酸化のために異性化して共軛二重結合（$\Delta^{10,12}$ あるいは $\Delta^{9,11}$）が出来た結果である。なお 270 mμ の吸光係数が多少増加するのは多分 hydroperoxide あるいは僅かに混ざっていたリノレイン酸メチルエステルのためと考えられる。

α-エレオステリアン酸メチルエステルは単独の時はヘミンが存在してもこれに吸着されるだけで殆んど酸化されない。Fig. 3b では僅かに減少しているがこれはヘミンを含まずに α-エレオステアリン酸だけの時と殆んど同じ程度である。しかしリノール酸メチルエステルが存在すると 260 mμ, 270 mμ, 280 mμ の吸光係数が減少して共軛二重結合（$\Delta^{9,11,13}$）が酸化されることを示す。またリノール酸メチルエステルと同じように 234 mμ の吸光係数が増加するがこれは酸化が端の二重結合から進むためまだ共軛二重結合が残つているためと考えられる。このような酸化はヘミンがなくてもリノール酸メチルエステルが存在すると多少進む。この場合共存しているリノール酸メチルエステルの吸光係数は Fig. 3 から明らかなように単位が異なつているので影響しない。ソルビン酸メチルエステルおよびスクアレンも α-エレオステアリン酸メチルエステルと同じように単独の時はヘミンに吸着される以外殆んど酸化されないが，リノール酸が共存すると前者では 253 mμ の吸光係数が減少し，後者では 275 mμ の吸光係数が増加して酸化の進行を示す。

なおヘミンの触媒作用による α-エレオステアリン酸メチルエステル等の酸化にはリノール酸メチルエステルの量が関係し，これが適量以上或いは以下の時は酸化があまり進行しない。また F. HAUROWITZ[3] 等の結果と同様に酸化が進行するにしたがつてヘミンが破壊されるのを認めた。

これらの実験から血液の触媒作用による不飽和脂肪酸の酸化にはリノール酸のように分子内に $-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-$ なる分子構造を含んだ脂肪酸即ちビタミンFが必要であり，血液ならびに血色素はこのような分子構造を含まない高度不飽和脂肪酸および炭化水素等の酸化には殆んど触媒作用がない。しかしこれらの不飽和脂肪酸および炭化水素等もリノール酸と共存する時はたとえ血液の触媒作用がなくてもリノール酸の自働酸化によつて次第に酸化が進む。

本実験を行うに当りスクアレンを御恵贈下さつた東海区水研山川健重氏に深謝する。

## 文　献

1) H. SUELLMAN: *Helv. Chim. Acta.*, **25**, 521 (1942)
2) A. L. TAPPEL, Y. T. LEW: *Food Technology*, **10**, No. 5, abstract, 20 (1956)
3) F. HAUROWITZ, P. SCHWERIN, M. YENSON: *J. Biol Chem*, **140**, 601 (1942)
4) 清水・福原：本誌，**23**，115 (1957)
5) 福場：農化，**25**，485 (1952)
6) 江上等：標準生化学実験法，文光堂，(東京) 113 (1953)

# ねり製品の内部腐敗に関する研究—Ⅲ.
## ねり製品の酸化還元電位

横関源延
(東海区水産研究所)

# Studies on the Internal Spoilage of Fish-Jelly Products—III.
## Measurement of Oxidation-Reduction Potential in Fish-Jelly Products

Motonobu Yokoseki

It has been reported in the preceding paper that strict aerobes failed to grow inside of fish-jelly products, where the growth of certain facultative anaerobes or facultative aerobes took place and that the presence of an anaerobic state could be presumed in the structure of the food.

This time, in order to ascertain the relation, oxidation-reduction potential was determined as an index of anaerobic condition kept in various kinds of fish-jelly products.

The measurement was done electrometrically with a Beckman pH meter, attached with a platinum-calomel electrode system, as shown in Fig. 1. The oxidation-reduction potential found in Hanpen, a very soft and porous fish-jelly, was only an exception which indicated positive value, while the most of other items such as Kamaboko, Satsumaage and fish sausage showed Eh between −0.100 and −0.250 volts or rH value of 4.5 to 9.7 (Table 2).

It is quite understandable that these observed change in the oxidation-reduction potential during storage was much more remarkable near the surface of the products than the core of those, where the initial value was being kept for a pretty long time.

Particularly, fish sausage which generally stuffed in rather impermeable casing, made of rubber hydrochloride or vinylidene chloride film, showed a very stable value of oxidation-reduction potential even in the sample tested after two weeks' storage.

前報[1]において，魚肉ソーセージの製造直後に残存する細菌のうち，製品内部で繁殖し得ない細菌は，嫌気的条件では生育できない好気性菌であり，一方製品中で繁殖する細菌は嫌気，好気両条件のもとで生育する通性嫌気性菌であつたことから，ねり製品の内部は嫌気的状態になつている可能性のあることを推察した。

細菌学において，嫌気的状態を表わすには普通酸化還元電位 (O-R. P) が用いられている。偏性嫌気性菌が充分に繁殖を起すには Eh−0.2 ボルト以下の O-R. P が必要であるといわれている。

食品の O-R. P については酒類の熟成，変色，臭等と O-R. P との関係についての多数の報告[2]があるが，肉製品の O-R. P を取扱つた研究は少い[3),4)]。

今回は前報の推察を確めるために，各種ねり製品の O-R. P を電気的に測定し，普通ねり製品内部は Eh が (−) 側にあることを確めたので報告する。

## 実験方法

### (1) 酸化還元電位の測定

O-R. P の測定には Fig. 1 に示したように白金－甘汞系を用いた。白金電極，甘汞電極は共に Beckman

1958 年 9 月 17 日受理　東海区水産研究所業績 B 第 296 号

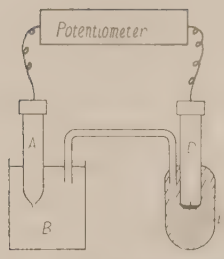



**Fig. 1.** Diagram of the apparatus used for the measurement of oxidation-reduction potential in fish-jelly products.
A: Saturated calomel electrode
B: Saturated KCl solution
C: Agar salt bridge
D: Platinum electrode
E: Sample

の製品で，potentiometer も Beckman model G の pH 計をそのまま使用した。

ねり製品摺身を直径約 32 mm の塩化ビニリデンケーシングに詰め，この中心部に白金電極を静かに挿入し，挿入口をケーシングの上から電極と共に綿糸で結索した。このようにした製品をそのまま一定の温度に調節した湯浴に一定時間漬けて加熱し，冷水に投入して急冷後，ケーシングを取り去り，試料に寒天橋を挿入して測定した。

加熱後の製品に電極を挿入した場合には安定した電位を得ることができず，きわめて長時間を要したので，この方法では用いなかつた。

白金電極はまず中性洗剤でよく洗浄し，次にベンゼン，[illegible]，蒸溜水の順で洗つてから使用した。

### (2) 電位測定装置の検定

上記測定装置がはたして正しい電位を示しているかどうかを検討するために，次のような[illegible]をして確めた。

ブドウ糖 1%，チオグリコール酸 0.05%，酸化還元[illegible]薬 (0.05% 溶液) 0.5%を加えた pH 7.0 の普通寒天培地を加熱溶解して小型試験[illegible]入れ，これに白金電極を挿入して冷却凝固させる。一たん還元脱色された指示薬は冷却後，表面より再酸化されて着色してくる。白金電極の白金部分の周囲が着色し始めた時の電位を読み，この値を文献値と比較した。その結果をTable 1 に示した。表に示したように結果は文献値[6] と殆んど一致し，この測定装置が正しい測定値を与えることを示している。

**Table 1.** Test for the purpose of certification of the apparatus used in this study.
Eh value when the indicator developed its characteristic color in agar medium (pH 7.0, 30°C).

| Oxidation-reduction indicator | Values actually measured | Values given by some other observers[6] | $E_0'$ |
|---|---|---|---|
| Methylenblue | − 0.059 | − 0.05 | 0.011 |
| Indigocarmin | − 0.160 | − 0.15 | − 0.125 |

## 実 験 結 果

### 1. 各種ねり製品の酸化還元電位

上記実験法に述べた方法によつて，各種のねり製品の O-R. P を測定した結果を Table 2 に示した。

**Table 2.** Oxidation-reduction potential in various kinds of fish-jelly products (20°C).

| Sort of fish-jelly products | | Processing temperature | Eh (volts) | pH | rH | Specific gravity |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hanpen | A | 75°C, 40 min. | + 0.068 | 6.15 | 14.6 | 0.872 |
| 〃 | B | 〃 | + 0.285 | 6.10 | 22.0 | |
| Satsumaage | | 85°C, 40 min. | − 0.152 | 6.20 | 7.1 | 1.045 |
| Kamaboko | A | 75°C, 40 min. | − 0.122 | 7.00 | 9.7 | 1.080 |
| 〃 | B | 〃 | − 0.219 | 7.08 | 6.5 | |
| Fish-sausage | A | 85°C, 40 min. | − 0.094 | 6.20 | 9.1 | 1.039 |
| 〃 | B | 〃 | − 0.138 | 6.25 | 7.7 | 1.050 |
| 〃 | C | 〃 | − 0.251 | 6.63 | 4.5 | |

O-R. P の測定には同[illegible]料について，二つの測定系[illegible]一致し，比較的再現性のある[illegible]果を得ることができた。試[illegible]は主として東京附近の製品[illegible]用い，同一種類の製品で A, B, C とあるのは別々の[illegible]で製造されたものである。[illegible]ンペンはヨシキリザメ[illegible]

キリザメを原料とし，カマボコは白グチ単用のいわゆる小田原カマボコである。魚肉ソーセージAはクロカワカジキ単用の製品，Bはクロカワカジキにキハダマグロ，バチマグロ等が混入されている。Cはクロカワカジキ単用の製品である。製品中に存在する気泡の多少を表わすために，径約 2.1 cm，高さ 2.0 cm の小型カップに，摺身をしぼり出し器を用いて気泡の入らないように均一に詰めて秤量し，同容積の水の重量との比から算出して，一応比重として示した。

Table 2 に示したように，気泡をたくさんに混入したハンペン（ヤマノイモを加えてできるだけ多く気泡を含ませた製品である）は他の製品に比較して，はるかに比重が小さく，例外なく電位も高い。Eh で +0.068 ～ +0.285 ボルト，rH では 14～22 という値を示している。これに対しハンペン以外のカマボコ，魚肉ソーセージ等の電位はいずれも（−）側にあつて，Eh −0.094 ～ −0.251 ボルト，rH 4～10 というように極めて低い値を示している。小田原カマボコのように充分に晒された魚肉によつて作られた製品の電位は高いのではないかと最初予想したのであるが[4]，この結果によるとかならずしも晒された製品の電位が高いとはいい得ないようである。魚肉ソーセージは一般に晒さないで作られているにもかかわらず，比較的電位の高い製品も見られる。

**2. 放置中における酸化還元電位の変化**

Table 2 に示した電位はいずれも加熱直後の電位を測定したものであるが，一般に製品表面は魚肉ソーセージを除き，直接空気に接触している。したがつて空気中の酸素の影響により，表面部は速かに電位が上昇し，内部の電位の上昇はそれより遅れることが推察される。そこで組織の荒いハンペンと組織の緻密な小田原カマボコについて，放置中の電位の変化を測定した (Fig. 2).

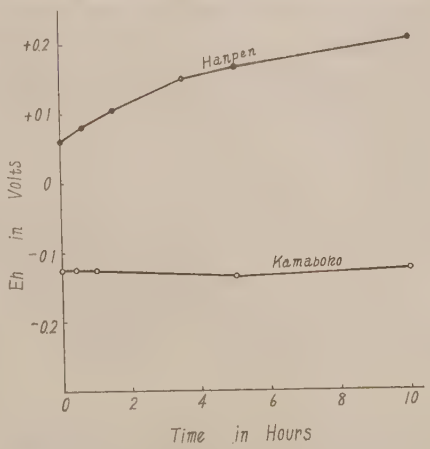



**Fig. 2.** Time-potential curve for Hanpen and Kamaboko.

Fig. 2 で明かなように，小田原カマボコの中心部は 10 時間後にも殆んど電位が変化しないのに対し，ハンペンは急速に電位が上昇する。

ハンペンは他のねり製品に比較して，気泡を多く含み組織が荒いので[7]，表面からの酸素の滲透が速かなためであろう。小田原カマボコはねり製品の中でも，弾力が強いといわれている製品で，また組織も緻密である[8]。したがつてガスの滲透も遅れることは充分考えられる。表面から酸素の影響を受けて，徐々に電位が上昇していく様子を見るために，次のような実験を試みた。

摺身に色別できる程度に 0.5% メチレンブルー溶液を混入し，径 32 mm のケーシングに詰めて加熱した。加熱によりメチレンブルーは完全に還元されて無色になる。冷却後ケーシングを取ると表面は再酸化されて直ちに着色し，放置しておくと着色層はリング状に徐々に内部に向つて進む。ケーシングを取り去つた時を基準として，一定時間毎に製品を輪切りにして着色層の幅を測定した結果が Fig. 3 である。

ハンペンは Table 1 に示したように電位が高く，メチレンブルーは還元されないので，第二燐酸カリ ($K_2HPO_4$) で pH を 7.5 に調整し，更にブドウ糖 2% を添加して電位を人工的に下げて実験した結果である。

Fig. 3 の結果によつても，ハンペンは速かに中心部まで酸化着色される。他の製品はある程度の深さまでは割合に速かに着色するが，その後は酸化がなかなか進行しない。この現象は REED 等[9]が培地に寒天を加えると電位が安定するという事実や LEPPER 等[4]が培地の粘稠性が表面からの酸素の侵入を阻害するという報告とよく一致する。

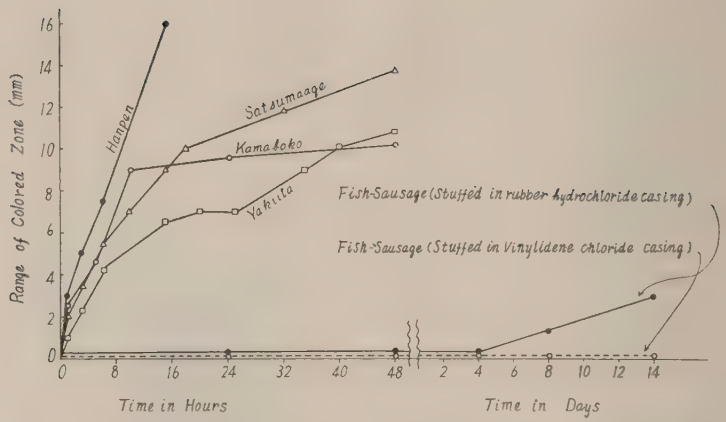



**Fig. 3.** Change of colored zone for reoxidized methylenblue in various kinds of fish-jelly products.

包装された魚肉ソーセージ類はケーシングにより酸素の浸入を防いでいるので，長期間にわたつて低電位を維持している。殊に興味あることは，ガス透過性の極めて小さいといわれている[10]塩化ビニリデンケーシングは塩酸ゴムケーシングより，内部電位の変化を防止する力が強いことである。即ち塩化ビニリデンケーシングにより包装された製品が，14日目でも全然着色しないのに対し，塩酸ゴムケーシングの製品は約3mmの深さまで酸化着色している。このような結果から，放置中の製品の電位に影響を及ぼす主な要因は空気中の酸素であることが判る。

メチレンブルーの標準 O-R. P は Eh +0.011 ボルト，着色し始めの O-R. P は pH 7.0 で大体 Eh 0～−0.05 ボルトである[6]。Fig. 3 に示した着色層は少くも O-R. P が Eh 0 以上であることを示している。しかしメチレンブルーのような酸化還元指示薬は poising action があり，その指示薬の標準 O-R. P に近ずけようとする性質があるので，自然に放置した場合より，多少電位の上昇が早くなる傾向があるのでないかと考える。この現象は製品中にある poising action を持つ物質の量によつて左右されることは勿論である。

## 考　　察

予想した通り，ねり製品内部の O-R. P はハンペンを除き，いずれも低く（−）側にあることが明かとなつた。ハンペンは気泡を多く含み，したがつて比重も極めて小さいので，電位の高いのは当然であろう。しかし，ハンペンのように比重の極端に小さい製品は別として，他の製品については比重だけで電位を予想することはできないようである。やはり摺身中に存在する還元性物質の量によつて決定されるのであろう。

魚肉が加熱されると，肉中の不飽和脂肪酸が酸素を吸収するという LEPPER 等[4]の報告や，還元性物質が増加するという藤巻等[11]の報告がある。しかし摺身の時既に電位がかなり低い事実は，メチレンブルーを摺身に混入する簡単な実験によつても，色素は還元されてしまうことから明かに証明できる。

CASTELL[3], LEPPER 及び MARTIN[4] によると，このような肉製品が低電位になる原因は，(1) 機械的或は生活細胞の呼吸による溶存酸素の除去，(2) 種々な物質の還元力により，(3) 微生物の分解により基質から遊離される還元性物質や，金属或は酸化還元性系酵素によるためであると述べている。今回報告したねり製品の嫌気状態の出現も，結局上述のような作用に，更にねり製品の場合添加される砂糖，味淋等の副原料の影響が加わつた結果であると考えられる。

ねり製品を無包装のままで放置しておくと，外気に接する表面から電位は徐々に上昇していく。その速度は還元性物質の量や物理的な組織の疎密によつて異るようであつて，ハンペンのように組織の荒い製品は速

位の上昇も早い。ねり製品のいわゆる弾力はこのような性質にも影響を及ぼしているようである。

ねり製品を包装すれば空気の接触を防ぎ，内部の O-R. P の上昇をかなり防止することができる。殊に酸素不透過性のフィルムを用いれば，内部の電位は相当長期間にわたつて，低電位を維持することができるようである。

ねり製品の内部がこのような低電位であるとすれば，内部に残存している偏性好気性菌が，その後繁殖できないのは当然といわなければならないし，通性嫌気性の *Bacillus* 類も好気的な状態とはちがつた代謝作用を示すことが予想される。

## 摘　　要

1) 種々のねり製品内部の酸化還元電位を電気的に測定した。

2) ねり製品の中でもハンペンの電位は特に高く，Eh で +0.068～+0.285 ボルト，rH では 14～22 である。これは他の製品に比較して多量の気泡を含んでいるためと考えられる。

3) ハンペン以外の製品の電位はいずれも低く，Eh −0.094 ボルト，rH で 10 以下であつた。

4) ねり製品を放置しておくと，表面から次第に電位が上昇する。その速度はハンペンが特に早い。ハンペン以外の製品は或る程度の深さまでは比較的速かに電位が上昇するが，中心部の電位は仲々上昇しない。

5) ガス透過性の低いフィルムを用いてねり製品を包装すると，ねり製品の電位は相当長期にわたつて低電位を維持する。

終りに種々御懇切な御指導をいただいた天野慶之博士，酸化還元電位の測定にあたり重要な御示唆をいただいた東大農学部熊田恭一博士，本研究所右田正男博士，公衆衛生院高瀬明氏に厚く感謝の意を表する。

## 文　　献

1) 横関源延：本誌，**23**，543～546 (1958).
2) 宮路　昇・柏原健二：農化，**30**，485～488 (1956).
3) C. H. Castell: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **7**, 567～575 (1950).
4) E. Lepper and C. J. Martin: *Brit. J. Exp. Path.*, **10**, 327～334 (1929).
5) 田宮　博・奥貫一男・山口清三郎・山本　篤：生体酸化還元，pp. 333 (1935)，裳華房，東京.
6) L. F. Hewitt: Oxidation-Reduction Potentials in Bacteriology and Biochemistry, pp. 23 (1950), E. & S. Livingstone LTD, Edinburgh.
7) 内山　均・天野慶之：本誌，**20**，830～834 (1955).
8) 岡田　稔・右田正男：本誌，**22**，265～268 (1956).
9) G. B. Reed and J. H. Orr: *J. Bact.*, **45**, 309～320 (1943).
10) Plastic Encyclopedia, pp. 862～865 (1955).
11) 藤巻正生・小田切　敏・稲垣長典：本誌，**18**，703～708 (1953).

# 魚貝類のパントテン酸含量

東　秀雄・村山繁雄・簗瀬正明・田部井菊子
（東海区水産研究所）

# The Pantothenic Acid Content of Fish and Shellfish

Hideo HIGASHI, Shigeo MURAYAMA, Masaaki YANASE
and Kikuko TABEI

The pantothenic acid (PA) content in the tissues of various kinds of fish and shellfish has been determined by microbiological assay (SKEGGS, H. R. and WRIGHT, L. D., 1944) using *Lactobacillus arabinosus* as the test microbe.

1. Among the tissues of fish so far examined, the gonad is most potent in the PA content, and both the dark colored meat and the liver rank next. Whereas, the PA level in the ordinary meat is poor except the case of flounders, whose ordinary meat contains more PA than the liver (Table 1).

2. In the common mackerel, *Scomber japonicus*, the quantitative ratios of PA in the meat (both ordinary and dark), gonad and liver to the total PA contents are about 70, 10, and 5% respectively (Table 2).

3. The individual differences of the PA content in the ordinary meat and the liver are little among the same species. It seems that the ordinary meat of fish with a greater locomotion contains PA more abundantly than that of bottom fish or less locomotive ones (Table 3).

4. The level of PA in soft parts of bivalves is generally between those in the liver and the ordinary meat of usual fish. It is worth noting that the muscle of abalone is found with very rich PA content (Table 4).

## I. 緒　　言

パントテン酸（以下 PA と言す）は生体内で Coenzyme A の構成分子として[1] [illegible]化学反応に関与することが確められている。人，白鼠，ヒナ等に於ては PA の生理作用が漸次解明されている[illegible]，魚類に於ては魚体内 PA [illegible]。McLAREN[2] は rainbow trout の飼育試験によりビタミン $B_1$, $B_2$, PA, folic acid, niacin の欠乏症状を観察し，[illegible]これ等ビタミンの必要量を定めた。rainbow trout は PA が欠乏すると club shaped gill を生じ，[illegible] PA の適量は 1～2mg/100g [illegible]。BRAEKKAN[3] は [illegible] PA [illegible] PA [illegible] PA [illegible] PA [illegible] PA [illegible]ついて多少の推測を下した。

## II. 実験材料及び方法

**1. 供試料**　[illegible] Table [illegible] PA [illegible]

**2. PA の定量法**　PA の定量は bioassay [illegible] *Lactobacillus arabinosus* ATCC 8014*

---

1958 年 9 月 19 日受理　東海区水産研究所業績 B 第 294 号

* 応用微生物研究所から分譲をうけた。深く感謝する。

ト，基本培地には SKEGGS and WRIGHT[1] による培地を用いた。菌の繁殖の測定は比濁によつた。組織から A を抽出する際 mylase P で組織を消化した。ここに示す PA 含量はパントテン酸 Ca としての値である。

## III. 実験結果及び考察

**1. 魚類諸組織の PA 含量**　数種の魚類について諸種組織の PA 含量を測定した。結果を Table 1 に示す。筋肉普通肉は背側から採取した。各組織の PA 含量は魚により相当の差があるが，一般に PA は生殖腺に最も濃厚で血合肉と肝臓がこれに次ぎ続いて心臓に多く，普通肉には少ないといえよう。生殖腺の中，卵巣

**Table 1.** Pantothenic acid content* in various tissues of fish (γ/g. on wet basis)

| Species | Gonad | Dark meat | Liver | Heart | Pyloric caeca | Intestine | Stomach | Kidney | Spleen | Skin | Ordinary meat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ヤツメウナギ Lamprey *Entosphenus japonicus* | 16(♀) | | 12 | 5 | | | | trace | | trace | 2.8 |
| ネコザメ Shark *Chimaera barbouri* | 12(♂) | | 0.6 | | | | | | | | 3.1 |
| ウナギ Eel *Anguilla japonica* | 156(♂) | | 38 | | | | | | | | 1.4 |
| ボラ Mullet *Mugil cephalus* | 1.2(♂) | | 19 | | | | | | 1.2 | | 6.9 |
| サバ Common mackerel *Scomber japonicus* | 37(♀) | 16 | 12 | 11 | 5.5 | 3 | 6 | 2 | 0.9 | | 1.6 |
| ブリ Yellow tail *Seriola quinqueradiata* | | | 30 | 24 | 17 | | | 18 | 9.2 | 8.8 | 7.9 |
| アオダイ (Aodai) *Paracaesio caeruleus* | 15(♂) | | 16 | 14 | 7.9 | | | 5 | 5 | | 0.3 |
| マダイ Porgy *Pagrosomus unicolor* | 46(♀)<br>3.4(♂) | 18 | 16<br>16 | 13 | | 12 | 9 | trace | trace | trace | 2.3<br>1.8 |
| イオサガ (Ōsaga) *Sebastodes iracundus* | 6.1(♀) | | 5.3 | | | | | | | | trace |
| ホウボウ Sea robin *Chelidonichthys kumu* | 19(♀) | | 5.6 | 5.6 | | | | 4.8 | 13 | | 1.9 |
| マガレイ Flounder *Limanda angustirostris* | | | 3.7 | | | | | 5.3 | | | 17 |
| ババガレイ Slime flounder *Microstomus stelleri* | 18(♀) | | 1.5 | | | | | | | | 4.1 |

* Pantothenic acid contents, indicated as calcium pantothenate, were determined on the materials digested with mylase P.

が常に肝臓よりも高い PA 含量を示したが白子では肝臓より PA 含量が低い場合もある。またマガレイは例外で普通肉の PA 含量は非常に大きく肝臓の数倍に当る。(本表のババガレイや，後出の他のカレイ類においても普通肉は肝臓より PA 含量が多い。) 魚類生殖腺が体組織中最も大きな PA 含量を有することは PA が魚の生殖腺の成熟に重要な関係があることを予測させて興味が深い。前記 BRAEKKAN によればタラ卵巣の PA 含量は成熟の初期に大で成熟するにつれて低減になるという。この点は今後調査したい。また PA が普通肉に比し血合肉に遙かに多く含まれることはビタミン $B_1$[5][6], $B_2$[6][7], $B_{12}$[8][9] と同様であつて血合肉は普通肉と異る機能を有するとの説を支持するものである。

次に Table 1 中のサバを例に取つて各組織の重量と PA 含量より各組織中の PA の総量及びそれらの全体に対する割合を算出すると Table 2 の如くになる。

**Table 2.** Distribution of pantothenic acid in various tissues of common mackerel (*Scomber japonicus*)*

| Tissue | Weight of tissue | PA content | Total amounts of PA | |
|---|---|---|---|---|
| | g. | γ/g. | γ | % |
| Ordinary meat | 270 | 1.6 | 430 | 34 |
| Dark meat | 30 | 16 | 480 | 38 |
| Gonad | 4.9 | 37 | 180 | 14 |
| Liver | 5.4 | 12 | 65 | 5 |
| Pyloric caeca | 9.2 | 5.5 | 50 | 4 |
| Stomach | 5.2 | 6 | 30 | 2.4 |
| Heart | 1.6 | 11 | 18 | 1.4 |
| Intestine | 2.4 | 3 | 7 | 0.6 |
| Spleen | 0.7 | 0.9 | 6 | 0.5 |
| Kidney | 1.4 | 2 | 3 | 0.2 |

* Measured 500 g. in body weight, obtained at Tsukiji, Tōkyō in Feb., 1958.

**Table 3.** Pantothenic acid content in common meat and liver of fish

| Species | Body length | Body weight | Liver weight | PA content γ/g | | Source of the samples |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Ordinary meat | Liver | |
| | cm. | g. | g. | | | |
| ヤツメウナギ Lamprey<br>*Entosphenus japonicus* | 52.5<br>47<br>47 | 235<br>190<br>175 | 5.0<br>2.5<br>4.1 | 4.3<br>5.7<br>2.8 | 14<br>14<br>12 | Mogami River, Yamagata pref., Nov., 1957 |
| ヨシキリザメ Great blue shark<br>*Galeus glaucus* | 170<br>160 | | | | 11<br>10 | Off Mie pref., Mar., —58 |
| アオザメ Blue shark<br>*Isurus glaucus* | 105<br>95 | | | | 9.3<br>17 | Off Mie pref., Mar., —58 |
| アブラザメ Dogfish<br>*Squalus sucklii* | 71 | 1455 | | 8.6 | 6.4 | Hachinoe, Aomori pref., Dec., —57 |
| ウサギザメ Shark<br>*Chimaera barbouri* | 73* | 1340 | | 3.1 | 0.6 | Hachinoe, Dec., —57 |
| ビロオドザメ Shark<br>*Scymnodon squamulosus* | 36 | 500 | | 1.1 | 0.7 | Hachinoe, Dec., —57 |
| イワシ Sardine<br>*Sardinops melanosticta* | 18, 18.5 | 74, 77 | | 10 | 15 | Tsukiji, Tōkyō, Sept., —57 |
| マス Pink salmon<br>*Salmo milktschitsch* | 42<br>38<br>30 | 1225<br>840<br>435 | <br>16.5<br>13.8 | | 16<br>13<br>12 | Sado Island, Niigata Pref., Mar., —58 |
| アユ (Ayu)<br>*Plecoglossus altivelis* | 14～16 (3)**<br>10.5～12 (6) | 40～68<br>12～23 | 1.3△<br>0.4△ | 14<br>10 | 58<br>42 | Sagami River, Kanagawa pref., Aug., —57 |
| ナマズ Freshwater catfish<br>*Parasilurus asotus* | 31.5<br>23.5<br>21.5 | 275<br>140<br>110 | 5.3<br>2.3<br>1.7 | 3.2<br>6 | 10<br>19<br>11 | Sagami River, Aug., —57 |
| ウナギ Eel<br>*Anguilla japonica* | 52*<br>32*, 34*<br>58*<br>40*, 42* | 283<br>38, 47<br>270<br>88, 87 | 3.5<br>1.4△<br>3.6△<br>2.8△ | 0.9<br>1.2<br>1.4<br>1.5 | 7.6<br>12<br>38<br>27 | Cultured in Hamana Lake, Shizuoka pref., Gifu pref., Dec., —57 |
| サンマ Saury<br>*Cololabis saira* | 29, 30.5 | 122, 150 | | 8.5 | 13 | Tsukiji, Sept., —57 |
| ボラ Mullet<br>*Mugil cephalus* | 32.5<br>26 | 592<br>285 | 12.5<br>5.7 | 6.9<br>8.3 | 19<br>19 | Tsukiji, Sept., —57 |
| サバ Common mackerel<br>*Scomber japonicus* | 27.5<br>20<br>32<br>30<br>24<br>34<br>29 | 325<br>120<br>500<br>460<br>210<br>785<br>405 | 3.5<br>1.7<br><br>7<br>3<br>8<br>9.5 | 3.0<br>3.2<br>1.6 | 28<br>15<br>12<br>18<br>18<br>18<br>14 | Manazuru, Kanagawa pref., July, —57<br>Tsukiji, Feb., —58<br>Itō, Kanagawa pref., Mar., —58<br>Shimoda, Kanagawa pref., Mar., —58 |
| ブリ Yellow tail<br>*Seriola quinqueradiata* | 47.5<br>45<br>27.5 | 2100<br>1360<br>340 | 32.5<br>15.8<br>4.0 | 4.6<br>7.9<br>5.2 | 31<br>30<br>24 | Manazuru, July, —57<br>Tsukiji, Aug., —57 |
| アジ Jack mackerel<br>*Trachurus trachurus* | 24<br>10～14.5 (6) | 237<br>16～48.5 | 2.1<br>0.2△ | 2.0<br>5.0 | 8.7<br>14 | Manazuru, July, —57 |
| アオダイ (Aodai)<br>*Paracaesio caeruleus* | 38.5<br>25.5 | 1310<br>430 | 7.5<br>4.3 | 0.3<br>1.3 | 16<br>8.5 | Tsukiji, Sept., —57 |
| アラ Deep sea bass<br>*Niphon spinosus* | 50.5<br>42 | 2500<br>1300 | 37<br>17 | | 13<br>11 | Inatori, Kanagawa pref., March, —58 |
| マハタ Common grouper<br>*Epinephelus septemfasciatus* | 30<br>22 | 859<br>275 | 9.5<br>3.5 | | 12<br>6.2 | Ōshima Island, Tōkyō, Mar., —58 |
| イサキ (Isaki)<br>*Parapristipoma trilineatum* | 27.3<br>16, 17.5<br>12～13 (3) | 505<br>95, 130<br>37～48 | 8.4<br>2.5△<br>1.1△ | 3.6<br>1.9<br>2.6 | 15<br>16<br>14 | Manazuru, July, —57 |

| Species | Body length | Body weight | Liver weight | PA content γ/g | | Source of the samples | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Ordinary meat | Liver | | |
| | cm. | g. | g. | | | | |
| マ ダ イ Porgy<br>*Pagrosomus unicolor* | 30<br>15.5～16 (3) | 750<br>115～120 | 13.9<br>2.2△ | 2.3<br>1.8 | 16<br>16 | Tsukiji, | Nov., 1957 |
| キ ダ イ Yellow sea bream<br>*Taius tumifrons* | 18<br>11.5 | 210<br>76 | 1.5<br>1.0 | | 4.7<br>18 | Inatori, | Mar., —58 |
| ウミタナゴ Surf perch<br>*Ditrema temminki* | 19<br>16 | 245<br>170 | 3.5<br>2.0 | | 13<br>14 | Shimoda, | Mar., —58 |
| ベ ラ の 類 Wrasse | 24<br>18.5 | 340<br>155 | 3<br>1.8 | | 17<br>19 | Shimoda, | Mar., —58 |
| ブ ダ イ Parrot fish<br>*Leptoscarus japonicus* | 25<br>20.5 | 510<br>240 | 16<br>4 | | 9.9<br>12 | Shimoda, | Mar., —58 |
| ウ マ ヅ ラ File fish<br>*Cantherines unicornu* | 23.5<br>20.5 | 310<br>230 | | | 7.9<br>3.1 | Itō, | Mar., —58 |
| キ チ ジ Rock fish<br>*Sebastolobus macrochis* | 24.5<br>20.5 | 460<br>210 | | 0.8<br>1.0 | 2.8<br>1.1 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| ア コ オ Red rock cod<br>*Sebastodes matsubarae* | 30<br>22.5 | 640<br>310 | 7.5<br>9.0 | | 16<br>8 | Inatori, | Mar., —58 |
| オ オ サ ガ (Ōsaga)<br>*Sebastodes iracundus* | 48<br>30 | 3100<br>940 | | trace<br>1.5 | 5.3<br>2.8 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アヤメカサゴ Rock cod<br>*Sebastiscus albofasciatus* | 38<br>26 | 1410<br>440 | 3<br>1.5 | | 14<br>11 | Inatori, | Mar., —58 |
| ホ ッ ケ Atka mackerel<br>*Pleurogrammus monopteryguis* | 32.5<br>31 | 780<br>495 | | 1.9<br>1.8 | 11<br>9 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アオカジカ Muddler<br>*Myoxocephalus nivosus* | 25<br>17 | 430<br>110 | | 0.8<br>1.2 | 5.3<br>2.6 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| ホ オ ボ オ Sea robin<br>*Chelidonichthys kumu* | 42<br>28.5 | 1150<br>410 | 22.5<br>8 | 1.9<br>2.6 | 5.6<br>6.1 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アカガレイ Flat head flounder<br>*Hippoglossoides elassodon* | 35<br>30 | 600<br>400 | | 0.8<br>2.3 | 2.1<br>1.4 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アブラガレイ Arrow toothed halibut<br>*Reinhardtius matsuurae* | 48<br>30.5 | 2330<br>510 | | 8.9<br>2.8 | 0.8<br>3.0 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| マ ガ レ イ Flounder<br>*Limanda angustirostris* | 34.5<br>25 | 875<br>405 | 25.9<br>7.6 | 17<br>10 | 3.7<br>4.3 | Tsukiji, | Sept., —57 |
| サメガレイ Shark-skin flounder<br>*Clidoderma asperrimum* | 36<br>27.5 | 1430<br>595<br>350<br>225 | | 9.4<br>6.7 | 2<br>2.4<br>6.4<br>13 | Hachinoe,<br>Onahama, Fukushima pref., | Dec., —57<br>Mar., —58 |
| ババガレイ Slime flounder<br>*Microstomus stelleri* | 33<br>24 | 860<br>260 | | 4.1<br>10 | 1.5<br>1.5 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| ハ ゼ Spiny goby<br>*Acanthogobius flavimanus* | 12～14 (5)<br>6～7.5 (5) | 29～46.5<br>6.1△ | 2.0△<br>0.2△ | 1.9<br>2.0 | 5.1<br>3.0 | Sunamachi, | Tōkyō, Sept., —57 |
| ハ タ ハ タ Sand fish<br>*Arctoscopus japonicus* | 14～17 (3) | 130△ | 2.8△ | 6.3 | 9.2 | Tsukiji, | Dec., —57 |
| タ ラ Cod fish<br>*Gadus macrocephalus* | 48<br>30.5 | 600<br>400 | | 1.0<br>1.8 | 2.3<br>3.3 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| ス ケ ト ウ Alaska pollack<br>*Theragra chalcogramma* | 32.4<br>27 | 465<br>265 | | 1.0<br>1.8 | 3.6<br>4.2 | Hachinoe, | Dec., —57 |

* Total length.

** Numerals in parentheses indicate the number of fish.

△ Average weight.

筋肉（普通肉，血合肉）の重量は体重の6割とし，筋肉の1割を血合肉と看做した。頭部，骨等は計算から除いてあるにしても PA は体組織中，筋肉に多量に存することは明瞭であつて，全魚体中の PA 総量のおよそ7割が筋肉に含まれていると見られる。筋肉に次いで卵巣に多く分布し，以下肝臓，幽門垂の順になる。

**2. 諸種魚類の肉及び肝臓の PA 含量** 諸種の魚類について測定した肉及び肝臓の PA 含量を Table 3 にまとめた。前表に含まれる魚類の肉，肝臓の値をも便宜上この表に入れた。

**a. 魚肉の PA 含量** 同種の魚では魚の大小或いは漁獲時期を異にしても，且つ漁獲地を異にしても PA 含量の個体差は少く2倍以上の例は小数に過ぎない。この現象はビタミン $B_6$[10] 等と同様である。しかし魚の種類が違えば肉の PA 含量は相当に差異があり，カレイ類等小数の例外はあるが，概してイワシ，ニシン，サンマ，ボラ等活動性の大なる魚類は[illegible]等活動性の小なる魚類（底魚又は定着魚）に比し肉の PA 含量が大きい。この現象も niacin[6]，ビタミン $B_6$[11][10] と共通している。以上の事実はPAが魚の成長に直接の関係を持つビタミンではなく，主として糖質代謝に関与するビタミンであつて，従つて魚の大きさに拘らず体内に一定の必要量だけ保有されること，及び活動性の大なる魚類は然らざる魚類に比べて多量の PA を体内に保持することを示すものである。

**b. 魚類肝臓の PA 含量** 肝臓に於ても同種の魚では魚の大小による PA 含量の個体差は少い。しかし魚種が異れば肝臓の PA 含量も相当の差異を示すが，魚の活動性の大小と PA 含量との間に明らかな傾向は見出し難い。ただ底魚は肝臓の PA 含量が概して小さい。

**3. 貝類の PA 含量** 二枚貝については貝殻を除いた軟体部全体，巻貝については軟体部の中，筋肉，肝臓，生殖腺の PA 含量を測定した。結果を Table 4 に示す。ハマグリ，アサリ等二枚貝軟体部の PA 含量は貝の種類による差が少く，含量の大きさは一般の魚類肝臓よりは小で魚肉より稍々濃い程度である。巻貝の PA について目立つことはアワビの筋肉に PA が濃厚なことで，その含量は生殖腺，肝臓を遥かに凌ぎ PA 含量の高い活動性の魚類肝臓と同程度である。アワビで生殖腺が肝臓より高い PA 含量を有することは魚類の場合と同じである。

**Table 4.** Pantothenic acid content in shell fish

| Species | Number of shellfish | Mean body weight g. | Weight of soft part g. | PA content γ/g. Soft part | PA content γ/g. Muscle | PA content γ/g. Liver | PA content γ/g. Gonad | Source of the samples |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アカガイ Bloody clam *Anadara broughtoni* | 2 | 74 | | 7.9 | | | | Urayasu, Chiba pref., Sep., 19… |
| シジミ Fresh water clam *Corbicula japonica* | 20 | 3.6 | | 3.6 | | | | |
| ハマグリ Hard clam *Meretrix meretrix lusoria* | 8 | 11.2 | | 5.3 | | | | |
| アサリ Baby clam *Tapes japonica* | 10 | 7.2 | | 5.5 | | | | |
| アワビ(クロ) Abalone *Haliotis discus* | 1 | | 22 | | 30 | 5.9 | 10 | Enoshima, Kanagawa pref., Dec., … |
| アワビ(メガイ) Abalone *Haliotis sieboldi* | 1 | | 28.5 | | 23 | 3.9 | 13 | |
| サザエ Top shell *Turbo cornutus* | 1 | | 43 | | 2.6 | 5.5 | | |

## IV. 摘　　要

魚貝類体組織中の PA を bioassay により定量し，次の結果を得た。

1. 一般に PA は魚類体組織中，生殖腺に最も濃厚で血合肉，肝臓がこれに次ぎ，普通肉には少い。

2. サバの体組織に於ける PA の分布割合を見ると筋肉（普通肉，血合肉）中の PA 総量は全体の PA 総量の約7割を占め以下卵巣，肝臓，幽門垂の順になる。

3. 同種の魚類では魚の大小による PA 含量の個体差は肉に於ても肝臓に於ても少い。
4. 概して，活動性の大きな魚類は活動性の小さい魚類に比し肉の PA 含量が高い。
5. 二枚貝軟体部の PA 含量は魚類の肉と肝臓の中間程度である。アワビの筋肉には PA が濃厚である。

## 文　　献


1) Lipmann, F., Kaplan, N. O., Novelli, G. D., Tuttl, L. C. and Guirard, B. M.: *J. Biol. Chem.*, **167**, 869 (1947).
2) Mc Laren, B. A., Keller, E., Donnell, D. J. and Elvehjem, C. A.: *Arch. Biochem.* **15**, 169 (1947).
3) Braekkan, O. R.: *Nature*, **176**, 598 (1955).
4) Skeggs, H. R., and Wright, L. D.: *J. Biol. Chem.*, **156**, 21 (1944).
5) 児玉豊治：動物及び植物，**6**，1198 (1938).
6) 森高次郎・橋本芳郎・小俣　靖：本誌，**21**，1233 (1956).
7) 藤田秋治：医学と生物，**3**，418 (1943).
8) 簗瀬正明：本誌，**17**，389 (1952).
9) 橋本芳郎・山田茂英・森高次郎：本誌，**19**，135 (1953).
10) 簗瀬正明：本誌，**22**，51 (1956).
11) M. Miyake, and K. Hayashi: *Report of Facul. Fish., Pref. Uni. Mie*, **1**, no. 3 (1954).

# 魚貝類の葉酸含量

東 秀雄・村山繁雄・簗瀬正明・田部井菊子
（東海区水産研究所）

# The Folic Acid Content of Fish and Shellfish

Hideo Higashi, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase
and Kikuko Tabei

Microbiological estimation (Teply, L. J. and Elvehjem, C. A., 1945) of the amounts of folic acid (FA) has been carried out by the use of *Streptococcus faecalis* as the test microbe. The specimens of fish used in the present study were almost the same that were delt with in the preceding work for the pantothenic acid content. From the results shown in the tables it has been revealed that:

1. This member of vitamin is abundantly held in visceral tissues of fish, especially in the liver, kidney, and spleen, but low in the meat (Table 1).

2. In the common mackerel, *Scomber japonicus*, the quantitative ratios of FA in the liver and the meat to the total in all tissues are about 30 and 20%, respectively (Table 2).

3. Among the same species, the individual difference of the FA content is not appreciable in the ordinary meat, but occasionaly large in the liver. A group of fish with large locomotive power generally stores more FA in the liver than the other less locomotive or living on the bottom (Table 3).

4. Apparently there are two groups of fish showing parallelism between the FA content and the pantothenic acid content in the body. One group when they hold a larger amount of pantothenic acid in the meat than the other, they also show a higher level of FA in the liver and/or in the meat than the other (Table 4).

5. The level of FA in the soft parts of bivalves is generally between those in the liver and the ordinary meat of fish with a moderate FA potency. The liver of top shell, *Turbo cornutus*, contains FA at an extremely high level (Table 5).

## I. 緒　　言

葉酸（以下 FA と記す）は生体内で赤血球の生成に関与するビタミンで構造が確定された[1]のは比較的新らしい。著者等のパントテン酸に関する報告[2]と同様の趣旨より諸種魚類，貝類の体織組中の FA 含量を測定した。

## II. 実験材料及び方法

**1. 供試料**　供試料の大部分はパントテン酸の測定に用いた魚貝類と同じものである。

**2. FA の定量法**　FA の定量は bioassay によつた。菌株は *Streptococcus faecalis* ATCC 8043*，基本培地は Teply and Elvehjem[3]の培地を用い，菌の繁殖は比濁によつて測定した。組織の消化には豚の腎臓を使用した。ここで謂う FA とは *S. faecalis* の growth factor のことで，pteroyl glutamic acid とその類縁物質を含む。

1958 年 9 月 19 日受理　東海区水産研究所業績 B 第 295 号

* 応用微生物研究所から分譲をうけた。深く感謝する。

**Table 1.** Folic acid content* in various tissues of fish (γ/100g. on wet basis)

| Species | Liver | Kidney | Spleen | Intestine | Stomach | Gonad | Pyloric caeca | Heart | Skin | Dark meat | Ordinary meat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ヤツメウナギ Lamprey *Entosphenus japonicus* | 574 | 53 | | | | 55 (♀) | | 45 | 28 | | 24 |
| サギザメ Shark *Chimaera barbouri* | 74 | | | | | 5.7 (♂) | | | | | 2.7 |
| ナ ギ Eel *Anguilla japonica* | 55 | 70 | | | | | | | 7.6 | | 10 |
| ボラ Mullet *Mugil cephalus* | 375 | 69 | 59 | | | | | 20 | | | 11 |
| サバ Common mackerel *Scomber japonicus* | 186 | 146 | 132 | 62 | 31 | 15 (♀) | 52 | 16 | | 5.8 | 1.9 |
| ハマチ Yellow tail *Seriola quinqueradiata* | 170 | 123 | 65 | | | | 59 | 63 | 6.7 | | 3.2 |
| アオダイ (Aodai) *Paracaesio caeruleus* | 275 | 65 | 250 | | | 116 (♂) | 40 | 22 | | | 1.1 |
| マダイ Porgy *Pagrosomus unicolor* | 42 | 73 | 58 | 53 | 16 | 31 (♀) | | 14 | | 0.7 | 0.4 |
| ホオボオ Sea robin *Helidonichthys kumu* | 69 | 112 | 340 | | | 95 (♀) | | 22 | | | 1.4 |
| カレイ Flounder *Limanda angustirostris* | 166 | 285 | 200 | | | | | | 6 | | 1.0 |

* Folic acid contents were determined on the materials digested with enzyme of pig kidney.

## III. 実 験 結 果

**1. 魚類諸組織の FA 含量**　諸種魚類の各体組織の FA 含量は Table 1 に示す如くで，一般に FA は肝臓特に肝臓，腎臓，及び脾臓に多く，普通肉，血合肉には少い。肝臓と普通肉の FA 含量の差は数十倍に達し，パントテン酸の場合に比べその差は著しい。

次にサバの体組織中に於ける FA の分布を見ると Table 2 の如く筋肉(普通肉，血合肉)に存する FA 量は全体の約2割であるのに対し，肝臓の FA 量は約3割を占める。FA はパントテン酸に比べると魚体中肝臓に多く集中していることが分る。

**Table 2.** Distribution of folic acid in various tissues of common mackerel (*Scomber japonicus*)

| Tissue | Weight of tissue | FA content | Total amount of FA | |
|---|---|---|---|---|
| | g. | γ/100g. | γ | % |
| Liver | 5.4 | 186 | 10 | 35 |
| Ordinary meat | 270 | 1.9 | 5.1 | 18 |
| Dark meat | 30 | 5.8 | 1.7 | 6 |
| Pyloric caeca | 9.2 | 52 | 4.8 | 17 |
| Kidney | 1.4 | 146 | 2.0 | 7 |
| Stomach | 5.2 | 31 | 1.6 | 5.6 |
| Intestine | 2.4 | 62 | 1.5 | 5.3 |
| Spleen | 0.7 | 132 | 0.9 | 3.2 |
| Gonad | 4.9 | 15 | 0.7 | 2.4 |
| Heart | 1.6 | 16 | 0.3 | 1 |

**2. 魚肉の FA 含量**　普通肉の FA 含量は Table 3 に見られる如く，同種の魚では総じて個体差の少いことパントテン酸と同様である。魚種が違えば肉の FA 含量はかなりの相違を示すも魚の環境・習性と肉の FA含量の大さとの関連は明確でない。測定した魚類の中では，ヤツメウナギ，ウナギ，ボラ，ハゼに多かつた。

**3. 魚類肝臓の FA 含量**　Table 3 に見る如く，肝臓の FA 含量は同様の魚でも魚の大小による個体差が大きい場合が屢々あり，その差は5倍に達するが，大魚と小魚との肝臓中 FA 含量の大さの順位は一定しない。アユ，ウナギ(養殖)，アジ，アラ，マダイ，ホオボオ，タラ等では魚体の小なる方が，大なる方より FA 含量が高いが，ウナギ(天然)，サバ，マハタ，ウミタナゴ，アヤメカサゴ，サメガレイ（小名浜産）等では逆の傾向を示す。又魚種による肝臓の FA 含量の差異は相当に大きく，概して活動性の大きな魚類例えばイワシ，サンマ，イサキ等(主として回游魚)は活動性の小さな魚類例えばアラ，ウマヅラ，キチジ等(底又は定着魚)に比し肝臓の FA 含量が高いということが出来よう。ヤツメウナギは肝臓にも FA が多い。

**4. 魚類のパントテン酸含量と FA 含量の関係**　前報でパントテン酸含量を測定した魚類の中から肉

**Table 3.** Folic acid content in common meat and liver of fish

| Species | Body length | Body weight | Liver weight | FA content γ/100g | | Source of the samples |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm. | g. | g. | Ordinary meat | Liver | |
| ヤツメウナギ Lamprey<br>*Entosphenus japonicus* | 52.5<br>47<br>47 | 235<br>190<br>175 | 5.0<br>2.5<br>4.1 | 24<br>29<br>18 | 574<br>407<br>537 | Mogami River, Yamagata pref., Nov., 1957 |
| ヨシキリザメ Great blue shark<br>*Galeus glaucus* | 160 | | | | 155 | Off Mie pref., Mar., —58 |
| アオザメ Blue shark<br>*Isurus glaucus* | 105<br>95 | | | | 40<br>55 | |
| アブラザメ Dogfish<br>*Squalus sucklii* | 71 | 1455 | | 3.2 | 96 | Hachinoe, Aomori pref., Dec., —57 |
| ウサギザメ Shark<br>*Chimaera barbouri* | 73* | 1340 | | 2.7 | 74 | |
| ビロオドザメ Shark<br>*Scymnodon squamulosus* | 36 | 500 | | 2.3 | 32 | |
| イワシ Sardine<br>*Sardinops melanosticta* | 18, 18.5 | 74, 77 | | 2 | 600 | Tsukiji, Tōkyō, Sept., —57 |
| マス Pink salmon<br>*Salmo milktschitsch* | 42<br>38<br>30 | 1225<br>840<br>435 | <br>16.5<br>13.8 | | 40<br>85<br>90 | Sado Island, Niigata pref., Mar., —58 |
| アユ (Ayu)<br>*Plecoglossus altivelis* | 14～16 (3)**<br>10.5～12 (6) | 40～68<br>13～23 | 1.3△<br>0.4△ | 5<br>7.6 | 176<br>333 | Sagami River, Kanagawa pref., Aug., —57 |
| ナマズ Freshwater catfish<br>*Parasilurus asotus* | 31.5<br>23.5<br>21.5 | 275<br>140<br>110 | 5.3<br>2.3<br>1.7 | 1.4<br>2.4 | 116<br>65<br>110 | |
| ウナギ Eel<br>*Anguilla japonica* | 52*<br>32*, 34*<br>58*<br>40*, 42* | 283<br>38, 47<br>270<br>88, 87 | 3.5<br>1.4△<br>3.6<br>2.8△ | 10<br>6.3<br>21<br>15 | 55<br>115<br>390<br>107 | Cultured in Hamana Lake, Shizuoka pref., Dec., —57<br>Gifu pref., Dec., —57 |
| サンマ Saury<br>*Cololabis saira* | 29, 30.5 | 122, 150 | | 6.4 | 540 | Tsukiji, Sept., —57 |
| ボラ Mullet<br>*Mugil cephalus* | 32.5<br>26 | 592<br>285 | 12.5<br>5.7 | 11<br>6 | 375<br>270 | |
| サバ Common mackerel<br>*Scomber japonicus* | 27.5<br>20<br>32<br>30<br>24<br>34<br>29 | 325<br>120<br>500<br>460<br>210<br>785<br>405 | 3.5<br>1.7<br><br>7<br>3<br>8<br>9.5 | 1.7<br>1.9<br>1.9 | 150<br>121<br>186<br>130<br>27<br>520<br>24 | Manazuru, Kanagawa pref., July., —57<br>Tsukiji, Feb., —58<br>Itō, Kanagawa pref., Mar., —58<br>Shimoda, Kanagawa pref., Mar., —58 |
| ブリ Yellow tail<br>*Seriola quinqueradiata* | 47.5<br>45<br>27.5 | 2100<br>1360<br>340 | 32.5<br>15.8<br>4.0 | 6.1<br>3.2<br>1.7 | 190<br>170<br>220 | Manazuru, July., —57<br>Tsukiji, Aug., —57 |
| アジ Jack mackerel<br>*Trachurus trachurus* | 24<br>10～14.5 (6) | 237<br>16～48.5 | 2.1<br>0.2△ | 1.8<br>2.0 | 188<br>500 | Manazuru, July., —57 |
| アオダイ (Aodai)<br>*Paracaesio caeruleus* | 38.5<br>25.5 | 1310<br>430 | 7.5<br>4.3 | 1.1<br>1.2 | 275<br>200 | Tsukiji, Sept., —57 |
| アラ Deep sea bass<br>*Niphon spinosus* | 50.5<br>42 | 2500<br>1300 | 37<br>17 | | 16<br>90 | Inatori, Kanagawa pref., Mar., —58 |
| マハタ Common grouper<br>*Epinephelus septemfasciatus* | 30<br>22 | 859<br>275 | | | 150<br>50 | Ōshima Island, Tōkyō, Mar., —58 |
| イサキ (Isaki)<br>*Parapristipoma trilineatum* | 27.3<br>16, 17.5<br>12～13 (3) | 505<br>95, 130<br>37～48 | 8.4<br>2.5△<br>1.1△ | 6.7<br>1.7<br>2.1 | 430<br>748<br>664 | Manazuru, July., —57 |

| Species | Body length | Body weight | Liver weight | FA content γ/100g | | Source of the samples | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm. | g. | g. | Ordinary meat | Liver | | |
| マダイ Porgy<br>*Pagrosomus unicolor* | 30<br>15.5～16 (3) | 750<br>115～120 | 13.9<br>2.2△ | 0.4<br>0.5 | 42<br>220 | Tsukiji, | Nov., 1957 |
| ウミタナゴ Surf perch<br>*Ditrema temmincki* | 19<br>16 | 245<br>170 | 3.5<br>2.0 | | 210<br>87 | Shimoda, | Mar., —58 |
| ベラの類 Wrasse | 24<br>18.5 | 340<br>155 | 3<br>1.8 | | 270<br>160 | | |
| ブダイ Parrot fish<br>*Leptoscarus japonicus* | 25<br>20.5 | 510<br>240 | 16<br>4 | | 165<br>125 | | |
| ウマヅラ Filefish<br>*Cantherines unicornu* | 23.5<br>20.5 | 310<br>230 | | | 33<br>52 | Itō, | Mar., —58 |
| キチジ Rockfish<br>*Sebastolobus macrochis* | 24.5<br>20.5 | 460<br>210 | | 0.6<br>1.2 | 44<br>35 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アコオ Red rock cod<br>*Sebastodes matsubarae* | 30<br>22.5 | 645<br>310 | 7.5<br>9.0 | | 80<br>31 | Inatori, | Mar., —58 |
| オオサガ (Ōsaga)<br>*Sebastodes iracundus* | 48<br>30 | 3100<br>940 | | 0.4<br>0.4 | 17<br>33 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アヤメカサゴ Rock cod<br>*Sebastiscus albofasciatus* | 38<br>26 | 1410<br>440 | 3<br>1.5 | | 320<br>153 | Inatori, | Mar., —58 |
| ホッケ Atka mackerel<br>*Pleurogrammus monopteryguis* | 32.5<br>31 | 780<br>495 | | 4.7<br>10 | 173<br>350 | | |
| アオカジカ Muddler<br>*Myoxocephalus nivosus* | 25<br>17 | 430<br>110 | | 2.8<br>3.5 | 55<br>36 | | |
| ホオボオ Sea robin<br>*Chelidonichthys kumu* | 42<br>28.5 | 1150<br>410 | 22.5<br>8 | 1.4<br>2.2 | 69<br>366 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| アカガレイ Flat head flounder<br>*Hippoglossoides elassodon* | 35<br>30 | 600<br>400 | | 2.2<br>3.9 | 15<br>13 | | |
| アブラガレイ Arrow toothed halibut<br>*Reinhardtius matsuurae* | 48<br>30.5 | 2330<br>510 | | 2.5<br>3.2 | 35<br>39 | | |
| マガレイ Flounder<br>*Limanda angustirostris* | 34.5<br>25<br>6.5, 8.0 | 875<br>405<br>7, 15 | 25.9<br>7.6<br>0.2 | 1.0<br>3.0<br>11 | 166<br>293<br>325 | Tsukiji,<br>Sunamachi, | Sept., —57<br>Tōkyō,<br>Sept., —57 |
| サメガレイ Shark-skin flounder<br>*Clidoderma asperrimum* | 36<br>27.5 | 1430<br>595<br>350<br>225 | | 3.5<br>2.4 | 112<br>127<br>385<br>130 | Hachinoe,<br>Onahama, Fukushima<br>pref., | Dec., —57<br><br>Mar., —58 |
| ババガレイ Slime flounder<br>*Microstomus stelleri* | 33<br>24 | 860<br>260 | | 4.0 | 40<br>57 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| ハゼ Spiny goby<br>*Acanthogobius flavimanus* | 12～14 (5)<br>6～7.5 (5) | 29～46.5<br>6.1△ | 2.0△<br>0.2△ | 10<br>11 | 162<br>244 | Sunamachi, | Sept., —57 |
| ハタハタ Sand fish<br>*Arctoscopus japonicus* | 14～17 (3) | 130△ | 2.8△ | 7.8 | 587 | Tsukiji, | Dec., —57 |
| タラ Codfish<br>*Gadus macrocephalus* | 48<br>30.5 | 600<br>400 | | 2.3<br>11 | 6.3<br>84 | Hachinoe, | Dec., —57 |
| スケトウ Alaska pollack<br>*Theragra chalcogramma* | 32.4<br>27 | 465<br>265 | | 2.7<br>3.5 | 80<br>50 | | |

* Total length.
** Numerals in parentheses indicate the number of fish.
△ Average weight.

(普通肉) のパントテン酸含量が特に高い種類7種と特に低い種類5種を選び，肉のパントテン酸含量と共に肝臓及び肉の FA 含量を併記すると Table 4 が得られる。

肉にパントテン酸含量の高い魚類は肝臓又は肉の FA 含量も多い傾向が見られる。パントテン酸は魚体組織中，肉に多く分布し，FA は肝臓及び肉に多く分布するから魚体中にパントテン酸を多量に含有する魚類

**Table 4.** Relation between pantothenic acid content and folic acid content in fish

| Species | PA content in ordinary meat γ/g. | FA content γ/100g. Liver | FA content γ/100g. Ordinary meat |
|---|---|---|---|
| ヤツメウナギ Lamprey *Entosphenus japonicus* | 4.3<br>5.7<br>2.8 | 574<br>407<br>537 | 24<br>29<br>18 |
| イワシ Sardine *Sardinops melanosticta* | 10 | 600 | 2 |
| アユ (Ayu) *Plecoglossus altivelis* | 14<br>10 | 176<br>333 | 5<br>7.6 |
| サンマ Saury *Cololabis saira* | 8.5 | 540 | 6.4 |
| ボラ Mullet *Mugil cephalus* | 6.9<br>8.3 | 375<br>270 | 11<br>6 |
| ブリ Yellow tail *Seriola quinqueradiata* | 4.6<br>7.9<br>5.2 | 190<br>170<br>220 | 6.1<br>3.2<br>1.7 |
| ハタハタ Sand fish *Arctoscopus japonicus* | 6.3 | 587 | 7.8 |
| アオダイ (Aodai) *Paracaesio caeruleus* | 0.3<br>1.3 | 275<br>200 | 1.1<br>1.2 |
| マダイ Porgy *Pagrosomus unicolor* | 2.3<br>1.8 | 42<br>220 | 0.4<br>0.5 |
| キチジ Rock fish *Sebastolobus macrochis* | 0.8<br>1.0 | 44<br>35 | 0.6<br>1.2 |
| オオサガ (Ōsaga) *Sebastodes iracundus* | trace<br>1.5 | 17<br>33 | 0.4<br>0.4 |
| アオカジカ Muddler *Myoxocephalus nivosus* | 0.8<br>1.2 | 55<br>36 | 2.8<br>3.5 |

はFAをも豊富に含むということになろう。

**5. 貝類のFA含量** Table 5 に示されるように二枚貝軟体部のFA含量は一般魚類の肉と肝臓のFA含量の中間に位する。巻貝に於ても魚類の如くFAは内臓に多く筋肉に少い。サザエの肝臓は非常に高いFA含量をボし，その値は魚貝類肝臓の中て最大である。

## IV. 摘　要

魚貝類体組織中の FA を bioassay により定量し，次の結果を得た。

1. 魚類体組織中 FA は内臓特に肝臓，腎臓，膵臓に濃厚で普通肉，血合肉には少い。

2. サバの体組織中に於ける FA の分布割合は肝臓が最も多くて全体の約3割，筋肉（普通肉，血合肉）は約2割である。

3. 同種魚類に於ける FA 含量の個体差は肉では少いが，肝臓では大きい場合がある。

4. 活動性の大なる魚種は活動性の小なる魚種に比し概して肝臓の FA 含量が高い傾向がある。

5. 魚体中にパントテン酸を多量に含有する魚類は FA をも多く含むようである。

6. 二枚貝軟体部の FA 含量は魚類の肉と肝臓の中間の値を示す。サザエ肝臓は非常に高い FA 含量を有す。

**Table 5.** Folic acid content in shellfish

| Species | Number of shell-fish | Mean body weight g. | Weight of soft part g. | FA content γ/100g. Soft part | Muscle | Liver | Gonad | Source of the samples |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アカガイ Bloody clam *Anadara broughtoni* | 2 | 74 | | 17 | | | | Urayasu, Chiba pref., Sept., 1957 |
| シジミ Fresh water clam *Corbicula japonica* | 20 | 3.6 | | 17 | | | | |
| ハマグリ Hard clam *Meretrix meretrix lusoria* | 8 | 11.2 | | 11 | | | | |
| アサリ Baby clam *Tapes japonica* | 10 | 7.2 | | 26 | | | | |
| アワビ(クロ) Abalone *Haliotis discus* | 1 | | 22 | | 5 | 98 | 58 | Enoshima, Kanagawa pref., Dec., 1957 |
| アワビ(メガイ) Abalone *Haliotis sieboldi* | 1 | | 28.5 | | | 78 | 90 | |
| サザエ Top shell *Turbo cornutus* | 1 | | 43 | | 7.3 | 1460 | | |

## 文　献

1) Angier, R. B., Boothe, J. H., Hutchings, B. L., Mowat, J. H., Semb, J., Stokstad, E.L.R., Subbarow, Y., and Waller, C. W.: *Science*, **102**, 227 (1945); **103**, 667 (1946).
2) 東　秀雄，村山繁雄，簗瀬正明，田部井菊子：本誌，**24**, 776 (1959).
3) Teply, L. J., and Elvehjem, C. A.: *ibid*, **157**, 303 (1945).

速　報

# 魚皮の螢光物質フルオロデルミンについて

平尾秀一・菊地　嶺
（東海区水産研究所）

## *Fluorodermin*, a New Fluorescent Hydrocarbon in the Skin of Fishes.

Shuichi Hirao and Ryo Kikuchi

暗処で魚に紫外線をあてると多くの魚は紫がかつた螢光を発する。螢光は殆ど体の全表面に亘つて認められるが，鱗，胸びれ，尾びれ等は特に著しい。アジ等では体側のぜんごの部分が顕著であり，イトヨリ等では黄線の部分が tunaxanthin の螢光と相俟つて強い光輝を発する。螢光の肉眼的強さは照射紫外線の波長を 365 mμ にした場合と，253.6 mμ にした場合とでは前者の方が遙かに顕著である。

著者等はこの螢光は一種の炭化水素の存在に由ることを確かめ，魚皮からこれを結晶状に取出し，Fluorodermin と名ずけた。

抽出方法はサバの皮から脱水芒硝と ether で脂質を抽出し，鹸化し，不鹸化物を石油 ether からアルミナカラムに吸着せしめた。本物質はアルミナに殆ど吸着されずに石油 ether で展開されて下降し，吸着層は無色であるが紫外線を照射すると紫色の強い螢光を発する。この画分を集め，減圧濃縮後再びクロマトを行い精製した。本実験にはメルク製のアルミナをそのまま用いたが，更に活性度を高めたアルミナを使用しても吸着帯は分離しないから単一の物質と考える。減圧で溶剤を除き淡黄色の油状物を得た。収量は 30 尾分の皮から約 30 mg であつたが，ひれを原料とすれば更に収量が高いと思われる。油状物は石油 ether, $CHCl_3$ に易溶，EtOH に難溶（室温で EtOH 100 cc に 15 mg 以下）で，ether—EtOH 混液 (1:9) に温めて溶解し，減圧で ether の一部を蒸発して除き，徐冷して −10°C 以下に保つと白色樹枝状の結晶となる。m. p. 約 22°C. 本品の EtOH 溶液は紫外部 231.5 mμ, 260 mμ にそれぞれ 1 ケの吸収極大を有するから，本物質は分子内に共役二重結合を 1 ケ以上有するものと考えられる。近紫外部及び可視部には吸収極大を有しない。本物質の ether 溶液につき螢光スペクトルを測定し 413 mμ に単一の極大を有することを認めた。

サケの皮を同様に処理してサバのそれと同性状の物質を得た。この他，タイ，アナゴ，ヒラメ，キンギョ等の皮の螢光物質も，螢光の色，アルミナに対する行動等から，サバ，サケ等のそれと同物質と考えられ，結局 Fluorodermin は魚皮中に広く存在する物質であるといえよう。但しサケ，キワダ等に於ては本物質の他にも強い螢光性の物質が幾種類か存在することが，クロマトカラムの吸着帯から観察された。

サバ，マグロ等の肝油を本実験と同様に処理しても螢光物質の存在は認め難く，又スクアレンを含む深海サメ類の肝油も螢光物質の含量は少なく，螢光の色調も肉眼的に稍異るので Fluorodermin は魚皮に特有な物質といえるであろう。

Fluorodermin の発する螢光の波長域が 380 mμ から 500 mμ 辺に亘つていること，魚皮のカロチノイドがほぼこの範囲に吸収を有すること，水中に透入する自然光のスペクトルもやはりこの範囲にあること等から本物質もカロチノイド同様魚の光感応に関与する物質ではないかと想像される。恐らく魚が紫外線を感知し，或は紫外線を可視線に変えてカロチノイドの光吸収機能を助け，外界の僅かな光量の変化に感応する働きに関与しているのではなかろうか。

本実験に終始御指導頂いた東秀雄博士に厚く感謝の意を表する。なお本実験の詳細は東海区水産研究所報告第 22 号に発表する。

1958 年 11 月 10 日受理　東海区水産研究所業績 A 第 82 号

# 抄　　録

**標識，再捕試験による資源量推定法**　D. B. DELURY: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **15** (1), 19～25, (1958).　資源の大きさは，試験期間を通じて一定とする。資源尾数を $N$, $t$ 回目の標本抽出直前の標識尾数を $X_t$, $t$ 回目の標本数を $n_t$, その中での標識魚の数を $x_t$ とする。標本抽出がランダムであれば，$x_t/n_t$ は $X_t$ との間に直線関係を示し，$\sum w_t(x_t/n_t - p\,X_t)^2$ を最小にするように係数 $p(=1/N)$ を定めることによつて，$N$を推定できる。ここで加重 $w_t$ として，二項分布の分散 $\{X_t/N\cdot(1-X_t/N_t)\}/n_t$ の逆数を代入すると，SCHNABEL (1938) の式が得られるが，これを解くには計算が大変である。一方 $w_t$ として標本尾数 $n_t$ を代入すると，SCHUMACHER (1943) の式となる。$x_t/n_t$ の回帰直線からの偏差によつて，誤差分散が推定され，$N$の信頼限界が求められる。もし試験期間中に自然死亡や加入がある時でも，その率が一定であれば，SCHUMACHER の式を多重回帰の方法に拡張することによつて，容易に各率や $N$ を推定できる。これ等の式を模型的実験及び，実際のデータに適用し，また SCHNABEL 法と SCHUMACHER 法を比較してみると，後者が充分によい結果を与えることがわかり，特に死亡と加入がある場合にすぐれていることがあきらかとなつた。(田中)

**海洋漁業の管理に関連しての population dynamics と経済学についての若干の考察**　M. B. SCHAEFER: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **14** (5), 669～681 (1957).　人類に最大の利益を与えるために，漁業をいかに管理すべきかということは，重要な問題であり，これを考えるには，資源の dynamics 及び，これとの経済的な絡み合いによつて起ることについての知識が必要である。天然資源には，非更新的資源と更新的資源とがあり，後者は，更新率の資源量に対する依存度によつて，非自律的資源（水力等）と自律的資源（漁業資源等）にわけられる。漁業資源の自然増加率は資源量 $P$ の函数であり，簡単には二次式であらわされる。漁獲量は資源量と努力量 $E$ の函数で近似的には $k_2EP$ とかける。平衡状態において，この両者を等しいとおくと，漁獲量 $L$ は努力量の二次式としてあらわすことができる。自律的資源においては，努力量がある限度を超えると，総生産量の減少することが特徴である。収益は漁獲量に比例し，コストは努力量に比例するものとすると，コストと収益の間にも二次式を考えることができる。$L=aE(b-E)$ とすると，最大限生産は $E_m=b/2$ の所で得られ，純経済的生産の最大はこれより低い $E(=E_1)$ の所で得られる。共有財産資源の漁業の場合は，$E$ は $E_1$ をこえて，純経済的生産が 0 となる点 $E_2$ まで行く傾向がある。単位努力当コストの高低によつて，$E_2$ は $E_m$ より小さかつたり大きかつたりする。純経済的生産を高めることと，総生産を高めることは，しばしば相反的となる。GORDON (1953) は前者を強調しているが，食糧供給ということからは後者が重要である。国際間において，前者について合意に達することは困難である。(田中)

**鏡鯉 (Spiegel Karpfen) と裸鯉 (革鯉, Nackt-) の成長**　H. U. MENZEL and W. STEFFENS: *Zeit. f. Fischerei*, **6**, 385～392 (1957).　鯉の鱗の型には 4 つの phenotype がある。(Schuppen-, Spiegel-, Zeil-, Nackt-)。鱗の消失は gen N の出現により起り，一般に遺伝的退化現象と考えられるが，鱗の現われ方と他の遺伝的性質（生活力，成長，再生能力，背鰭，尾鰭の形成，第一鰓弓の篩歯の数）と関連がある。他国では有鱗鯉が賞美されるが，ドイツでは飼育容易で成長のよい Spiegel が多数を占め，Zeil, Schuppen は少く，一部 Nackt が見られるが，これは本質的に成長が悪く体重からすると 30%，体長からは 10% だけ Spiegel に劣つており，これは相当量の魚肉の損失を意味する。この結果は golowinskaja, probst 等の結果と一致する。なお Nackt は Spiegel より肥満度少である。(浅野)

**海産腹足類及び無背椎動物中の生理的活性コリンエステル**　M. J. KEYL, I. A. MICHAELSON and V. P. WHITTAKER: *J. physiol.* **139** (3), 434～454 (1957).　鰓下腺の Acetylcholine equivalence (Ach-eq) の高いのは Muricidae のみではない。Muricidae の 4 種の内 3 種 (*Murex fulvescens*, *Urosalpinx cinereus*, *Thais lapillus*) の鰓下腺は Urocanylcholine (Murexin) をふくみ，これはクロストグラフィ及び U. V. スペクトルにより同定された。他の一種 (*Thais floridana*) の鰓下腺には新しい生理的活性を 6 つ β, β-Dimethylacrylylcholine (Senecioylcholine) を含んでいる。これらの choline ester は Ach とよく似た生理的活性を示す。また Muricidae と近縁の *Buccinum undatum* の鰓下腺も高い Ach. eq. を示すが，これも Ach でなく未同定の新しい choline ester に因るものである。エビ神経組織中では Ach のみしか見出されない。他の Turbinellidae, Littorinidae, Veneridae では通常組織程度の含量しかない。(浅野)

**緑藻の細胞外多糖類**　R. A. LEWIN: *Canadian J. Microbiol.*, **2**, 665～672 (1956).　土壌や淡水に産する 18 種の単細胞緑藻 (大部分は *Chlamydomonas* 属) は大量に分離培養すると，培養液中に若干の多糖類が得られる。*Chl. mexicana* では細胞外に出る全有機物量の 25% に及び，他の種類でも細胞を温水と稀薄アルカリで抽出すると大体同…

分離される。多糖類の主成分は galactose と arabinose であるが，*Chl. ulvaensis* のみ glucose と xylose が多かつた。これに附随する糖は fucose, rhamnose, mannose, uronic acid（及び数種の不明物質）で，これらはペーパークロマトにより分離，同定された。なお *Chl. parvula* では多糖類の生産量は藻体の増加と平行して増える。これら天然水中の溶有有機物は多くの生態学者の注目を引き，その役割についても何かと推論されてきた。然し化学組成とか生物学的起源とかについては不明な処が多いし，また，かかる大分子の有機物質の役割は多様であろうと思われる。土壌藻の代謝生産物は土質に効果的に働き，例えば重金属に対してキレート物質的作用があろう。湖水や海中では植物プランクトンの遷移に直接に影響するとか，細菌繁殖に基盤を与えて間接的に影響するとか考えられる。然し植物プランクトンの遷移現象の型態になる原因を知ろうとする望む前に，化学的に特異な藻体代謝生産物が他生物に及ぼす諸影響について厳密な検討を行わねばならぬ。（新崎）

**好冷細菌の生育** J. L. INGRAHAM: *J. Bact.*, **76**, 75～80 (1958). 好冷細菌とは普通 20°C 以下でよく生育する細菌をいうが，至適生育温度が 20°C 以下の細菌は殆ど見出されていない。しかし 0°C 近くの温度で生育する細菌の存在は知られており，従来この種の菌も好冷細菌といわれていた。著者は糞便，土壌及び低温貯蔵 (3°C) で腐敗した雞皮より菌を平板に塗抹し 40～1°C に置つて 15 日間培養したところ，雞皮には 1°C で極めて緩かであるが，生育する多数の菌が存在することを確めた。これらの菌の最高生育温度は 30°C 以上であり，20°C 以下の菌は全く存在しなかつた。次に菌種の明瞭な 54 株の菌につき生育温度を調べたところ *Pseudomonas fluorescens* 2 株が 1°C，3 日以内で明瞭な生育を示した。更にこの 1°C で生育する菌につき生育速度に及ぼす温度の影響を調べた結果，これらの菌の最低生育温度は中温細菌に比べ 8～10°C 低いことが判つた。（山田）

**X 線による酵母細胞の分裂阻害の燐酸代謝について** D. SPOERL and D. LOONEY: *J. Bact.*, **79**, 63～69 (1958). 放射線の生細胞に対する種々の作用のなかで DNA 合成の低下はきわめて一般的に見られる現象である。しかし放射線による細胞分裂阻害は菌の生育または死滅と無関係であり，分裂阻害に DNA 合成の低下が認められないという研究がある。したがつて DNA 合成能の消失が分裂阻害の主要因子であるか，または他に主要な原因があるかを明かにするために，分裂は阻害されるが生育は阻害されない線量の X 線照射を行つた酵母菌体 (*Saccharomyces cerevisiae*) につき種々の燐酸化合物の形成能を調べた。その結果によると DNA は菌の生育と共に増大し，菌単位重量当りの DNA 量は一定である。このことは DNA 合成能の消失が分裂阻害の主原因でないことを示すものである。一方，多燐酸の菌単位重量当りの量は照射早期に増大する。これは多燐酸の生化学的意義がエネルギーまたは燐で酸の蓄積にあると考えられていることと，非照射の菌体では増殖停止細胞にこのものが形成されることから，多燐酸は細胞分裂に特異的な働きを有するものと考えられる。（山田）

**X 線による酵母細胞の分裂阻害の炭水化物代謝について** D. SPOERL and D. LOONEY: *J. Bact.*, **79**, 70～74 (1958). 前報 (D. SPOERL and D. LOONEY: *J. Bact.*, **79**, 63～69, 1958) では分裂を阻害するが生育を阻害しない線量の X 線照射の酵母菌体に於て，多燐酸が照射早期に増大する一方，照射時間の増大に伴い蛋白並にペントーズ核酸が増加することを明かにした。これは菌体中に照射によつて減少する成分が存在することを示すものである。したがつて前報と同様の方法により照射による酵母の炭水化物の量的変化を調べたところ，照射 6 時間で全炭水化物は菌体単位重量当りの量が非照射の対照と比べ 56%，glucan は 47% となつた。またその他の炭水化物を減少する。これから照射菌体の蛋白並にペントーズ核酸の増加分は炭水化物の減少分によつて補われることが判る。（山田）

**クロレラ懸濁液中の総炭水化物の測定方法** B. R. HEWITT: *Nature* **182**, 246～247 (1958). 上記の定量にアンスロン試薬による呈色反応を用いた。本法は FALES らの方法を著しく変改したものであり，クロレラの如く種々の量のクロロフィールを含む場合にも測定に支障はない。試薬はアンスロン，無水アルコール，硫酸より成る。定量操作は先ず海藻の懸濁液を 5 倍に稀釈し 10 倍量の上記試薬を加え沸騰浴中に 7 分間放置，直ちに冷却後光電光度計によつて 620 mμ の吸光値を測定し，予め作成しておいた定量曲線から原懸濁液中の総炭水化物量を求める。定量曲線は或る濃度までしか直線関係を示さないのでこの点注意する必要がある。なお，並行試験での誤差は 8% 以内であつた。（橋本）

**ミオシンとトロポミオシン A との関係** K. LAKI, B, HORVATH, and I. KLATZO: *Biochim. Biophys. Acta* **28**, 656～657 (1958). 免疫反応によつて筋肉の収縮性蛋白の相互関係を研究するためアクチン，トロポミオシン A，同 B，及びミオシンを兎に静注して夫々の免疫血清を得，その上記蛋白との反応を調べた。その結果によるとアクチン，トロポミオシン B，ミオシンはその同族の抗血清とのみ反応したが，トロポミオシン A の抗血清は同族抗原と非常に強い反応を示すに止らずミオシンとも反応し，また逆にトロポミオシン A はミオシンの抗血清によつて沈澱した。またトロポミオシン A の抗血清は L-メロミオシン或はその結晶成分と反応し，特に後者ではトロポミオシン A の場合と同程度の沈澱を生じた。これらの事実からするとトロポミオシン A が無脊椎動物の筋肉からのみ大量に抽出されるのはこ

の蛋白が脊椎動物ではミオシン分子の構成に与るのに対し無脊椎動物では自由な結合しない形で存在するという差異によるものと思われる。(橋本)

**魚肉フィレーの圧出液—IX. 凍結による細胞破損の一つの型** R. M. LOVE: *J. Science of Food and Agriculture*, **9** (5), 262～268 (1958). 第5報 (*J. Sci. Food Agric.*, **8**, 238, 1957) において認められたタラ肉フィレーを25分 (0°Cから −5°Cに達する時間) で凍結した場合に生ずる細胞破損の原因について調べた。顕微鏡観察による結果によると，3分で凍結した筋肉の一細胞内で数十の氷結晶と有機物質とが分散した状態になり，局部的に筋鞘 (Sarcolemma) を圧迫することはなく，筋鞘の破損は認められない。しかし凍結速度が11分 (第5報の25分に相当) になると，1細胞内に1ケ乃至2ケの氷結晶が出来，その先端が筋鞘を破損する傾向がある。更に凍結速度が遅いと (30分凍結)，細胞内には1ケの大氷結晶が出来，その周囲には濃縮された有機物質が存在し，氷による筋鞘の破損はない。その他凍結による細胞の破損は過冷却後の最初の氷の生成が原因でないこと，また圧搾液汁はフィレーの表面附近のものが主に流出してくることを確めている。(岡田)

**缶詰マグロ肉の桃色色素** W. D. BROWN and A. L. TAPPEL: *Food Research*, **22** (2), 214～221 (1957). 一般に煮熟したマグロ肉は特有の桃色を呈している。マグロ缶詰でも肉色は正常な桃色であることが望ましい。こ色素は反射スペクトルまたは吸収スペクトル分析の結果，ヘモクロームであることが判明した。このヘモクロームはミオグロビンのヘム並びにヘモグロビン残基が変性グロビンまたはニコチン酸アミド (或いは両者) と結合して生成したものと考えられる。この桃色色素はヘモクローム形成化合物並びに還元剤の添加によつて安定化される。従つてマグロ缶詰製造に際して，ニコチン酸アミドやアスコルビン酸ソーダ等を添加して肉色を良くすることが可能である。(須山)

**淡水魚の脂肪酸組成と飼料** P. B. KELLY, R. REISER and D. W. HOOD: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **35**, 503 (1958). 4種類の淡水魚を約2ヶ月間，低脂肪飼料で飼つたのち，未だ幼魚のうちに捕えて更にそのままの餌の群と，10% 綿実油或は menhaden 油の混入した試験飼料に変えた群とに分け，約5週間続けた。それから魚を殺し，全魚体の脂質について，2重結合 2～6 の不飽和度の異つた脂肪酸の相対的な量を調べた。その結果，低脂肪の飼料或は綿実油の混入した飼料で飼つた魚の脂肪酸組成は普通の飼料で飼つた対照群と較べ，何等変りはなかつた。しかし，menhaden 油を混入した飼料で飼つた群の脂肪酸組成は与えた油の組成に似ていた。これらの事実から淡水魚に限らず，海産魚でもその体脂中の脂肪酸組成間の相違は魚が喰う餌の脂肪酸組成に大いに影響されることなどを推論している。(山川)

**ビタミン D の新呈色試薬** W. I. LYNESS and F. W. QUACKENBUSH: *Anal. Chem.*, **27**, 1978～80 (1955). ビタミン $D_2$ 或は $D_3$ に二塩化ヨードエチレンを作用させると波長 450mμ に最大吸収を示す黄色を呈することが発見された。その色の強さは水銀 p-クロロベンゾエート或は他の数種の水銀化合物によつて強化される。この試薬はビタミンDにだけ選択的に反応し，他の化合物，たとえば Lumisterol, Ergosterol, 7-Dehydrocholesterol, Cholesterol, Stigmasterol, Sitosterol には呈色しない。ただし，ビタミンAは 450mμ において弱い菫色を呈する。この試薬はグリセロール，ヂクロールヒドリンよりも高い感度と選択性を示すが，三塩化アンチモン試薬よりも感度は低い。この試薬を作るのは至つて容易であり，しかも，フィルムを形成したり，腐蝕性揮発物を出す欠点がない。(山川)

# 雑　　録

## ○ 12 月理事会

1. 開催日　昭和 33 年 12 月 15 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　田内会長，外 16 名
4. 議　事

a. 文部省科学研究費等分科審議会委員候補者の件

11月7日付関東在住役員会の決定にもとずく，上記委員候補者に関する評議員による書面選挙を開票の結果，下記の候補者を決定した。

東京　橋本芳郎氏（東大）

地方　富山哲夫氏（九大）

b. 入会承認　個人6名

c. 交換図書の件

1. Biologische Anstalt Helgoland, List a/Sylt より Helgoländer Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen, Abt. Helgoland との交換申込あり，これを了承した。細目については交渉中。
2. 台湾省政府農林庁漁業管理処より本誌寄贈方申込あり，これは見送ることに決定した。
3. Fisheries Research Board of Canada, Biological Station よりソ連文献英訳本寄贈案内あり，本誌に公告掲載を決定した。なお学会事務局では折返し1セット寄贈方を申込んだ。

5. 報　告

a. 年会の件

松江年会委員長代理江草理事より，昭和 34 年度年会の件につき報告および質疑が行われた。

b. 農学会に対する負担金の変更案，日本学術会議議員選挙有権者の資格審査に関する農学会案について上記の件につき江草理事より簡単な報告が行われた。（本件については詳細が不明であるため調査検討することにした。）

## ○お　願　い

**国際海洋会議の件について**

Vol. 24, No. 6・7 に会告せる国際海洋会議にアブストラクト提出の向きは，水産学会事務局にその旨至急御知らせ下さい。

## ○今夏の関係国際会議 2 件

汚物海中投棄についての第1回国際会議: First International Conference on Waste Disposal in the Marine Environment が今夏3日間に亘り，カリフォルニア，バークレイで開催される予定である。主催機関はカ大の Sanitary Engineering Research Laboratory, Institute of Marine Resources, California State Water Polution Control Board など，議題は汚物海中投棄問題への関心を高め，その研究を促進すること，および各国海洋汚染問題研究の検討批判。詳細は追て近く通知される。なおこの会議についての照会は Department of Conferences, University Extension, University of California, Berkeley 4, California, U.S.A. で受ける（1月12日受信）

第1回イワシ国際会議: First World Scientific Meeting on the Biology of Sardines が今年9月14—21日ローマの FAO 本部で開催される予定である。イワシ漁業の発展，系群の生物学，イワシ魚群の環境諸要因，系群および漁獲高の変動などについて従来の研究が議題として検討されるもよう。この会議についての照会は Horacio Rosa, Jr., Secretary of the world meeting, FAO Headquarters, Rome, Italy.（1月 12 日受信）

# 公　　告

**ソ連文献英訳本**　Fisheries Research Board of Canada, Biological Station では下記 15 種のソ連文献英訳本おのおのの若干部を専攻研究者に対して配布する由，案内があつた。(10 月 17 日付，12 月 15 日着便)。希望者の申込先は: The Director, Fisheries Research Board of Canada, Biological Station, P. O. Drawer 100, Nanaimo, B. C. (高木)

No. 92 Causes of the fluctuations in abundance of sockeye salmon in Kamchatka. By Krogius & Krokhin.

No. 94 Some characteristics of the distribution of bottom and demersal fishes of far-eastern seas. By Moiseev.

No. 95 Adaptive types in the order Cetacea (The problem of an ecological classification of Cetacea). By Tomilin.

No. 97 Development of commercial fish stocks from Lake Kronotsk. By Krokhin & Kurenkov.

No. 98 Information on the effect of the fishery on the condition and composition of the stock of flatfishes in the Gulf of Peter the Great. By Moiseev.

No. 101 On the dynamics of abundance of the sockeye salmon. By Krogius.

No. 102 The food of young Amur salmon in fresh water. By Levanidov & Levanidova.

No. 103 Qualitative characteristics of the stocks and the dynamics of abundance of the autumn chum salmon of the Amur River. By Birman.

No. 109 On the production of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka* Walb.) By Krogius & Krokhin.

No. 120 The salmon of South Sakhalin. By Dvinin.

No. 141 Principles of the distribution of fishes and the geological history of the far-eastern seas. By Lindberg.

No. 142 Concerning the causes of a peculiarity of the pink salmon of the Sea of Japan. By Birman.

No. 176 Results of a study of the biology of sockeye salmon, the conditions of the stocks and the fluctuations in numbers in Kamchatka waters. By Krogius & Krokhin.

No. 177 Concerning the specificity of fish parasites. By Shulman.

No. 185 Laws governing the fluctuations in abundance of important commercial fishes, and methods of making catch predictions. By Dementeva.

# 会　　告

## 工場排水と漁業に関する講演会について

上記の講演会を下記学協会と共催致します故御知らせ致します。

記

**1 日　時** 昭和 24 年 2 月 17 日（火）13 時～17 時

**2 場　所** 日経ホール（茅場町　日本経済新聞社 6 階）

**3 共　催**

日本水産学会河川協会，繊維学会，日本化学会，工業用水研究会，
日本繊維機械学会，高分子学会，日本機械学会

**4 講　演**

工場排水と漁業……東海区水研　猪　野　　峻
工業排水による水質汚濁の実態について
東工大　清　浦　雷　作
紙・パルプ工場と排水……山陽パルプ　井　上　親　之
人絹工場の排水処理……帝国人絹　藤　本　元　溥
汚水浄化装置……荏原インフィルコKK　井　出　哲　夫
イオン交換樹脂による浄水……オルカノ商会　清　水　　博

---

## 正　誤　表

| | | | 誤 | 正 |
|---|---|---|---|---|
| 特集号 | P. 565 | 5 行 | 0.40 | 0.37 |
| 8　号 | P. 662 | 文献　1) | 本誌，**24**，276 (1958). | 本誌，**24**，656 (1958). |

# 会誌 論文集 合本用ファイル（B5判）実費頒布御通知

水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

昭和23年度（14巻）迄は1冊に2ヶ年分が入ります。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあけず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

頒価 ￥120 〒￥20

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。



昭和三十四年一月二十日 印刷
昭和三十四年一月二十五日 発行

第二十四巻 第九号

本号定価130円
（送料別）

編集兼発行者 大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内

発行所 日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内
振替口座 東京 59529番
電話 (45) 2200番

印刷者 笠井康頼

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

発売所 株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0623

# ウノサワ

UIW

主要製品

渦巻タービンポンプ
空気ガス圧縮機
真空暖房ポンプ
コンデンセーションポンプ
クランク動各種ポンプ
空気力輸送機
汽動ポンプ
真空ポンプ
ルーツブロワー
ギヤーポンプ

## 株式会社 宇野沢組鉄工所

本社及渋谷工場　東京都渋谷区山下町62番地
電話　白金(44)2211~4
玉川工場　東京都大田区矢口町945番地
電話　蒲田(73)2406

油脂の酸化防止に、
水の油焼け防止に

サステン

B·H·A

B·H·T

(食品衛生法による使用許可)

日本揮発油株式会社

東京都中央区日本橋室町2の1
電話日本橋(24)3858·4867

光電の
方探
全方向
自動直視式

株式会社 光電製作所

東京都品川区上大崎長者丸284の1
電話 白金(44)1131(代)

# uni

uni は三菱鉛筆の総力を挙げて完成した最高級の製図用鉛筆です。
uni とはONEの意味の英語で――現代に存在する唯一つのもの――として敢えて名付けた次第です。

1ダース函は筆函としてのアフターユースをも考えたプックと金属の美しいデザインのものです。
函の中には、新らしい考案のグラインダーが1個ずつ入っとす。

H. 3H. 2H. H. F. HB. B. 2B. 3B. 4B.　1ダース ¥600

三菱鉛筆

---

EC
曳 曳 用
魚群探知機

新発売

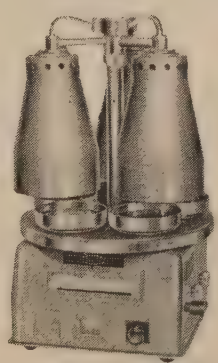
海上電機株式会社

社　東京都千代田区神田錦町1の19
電話 東京 (29) 2611～3, 8181～3
業所　根室・小樽・八戸・塩釜・新潟・清水・神戸
境・宇和島・下関・福岡・長崎・鹿児島

---

Kett 赤外線含水率計
迅速・万能

PAT. No. 218399
No. 217654



どんな水産物でも
その他何んでも
正確な水分がすぐ
測れます

精　度　±0.1%
測定範囲0～100%

型式 { 試料1点式
試料5点式
(写真)

株式会社 三和電気科学研究所

| | | |
|---|---|---|
| 本　社 | 東京都大田区馬込東3－643 | 電話(771)2151(代) |
| 東京営業所 | 東京・銀座8－5（中銀座ビル） | 電話(57)7418 |
| 大阪営業所 | 大阪市福島区上福島北3－186 | 電話(45)7110 |
| 札幌営業所 | 札幌市琴似町西八軒23 | 電話(2)5441 |

# 水中濁度計
# 水中照度計
# 電導度計

有限会社
## 村山電機製作所
東京都目黒区中目黒 3~1163　電話 (712) 0076・00

光電式
比色計7型

**炎光光度計**　確度 Na. 0.05 PPM
K. Ca. Mg 他

**万能分光光度計**　二重分光式
波長幅 5mμ

其他
蛍光光度計・濁度計・濃度計
連続比色分析計・光線計数器

株式会社
## 東京光電研究所
東京都港区麻布新広尾町2の138
電話白金 (44) 0443・7098・9133

# 長繊維漁網糸の摩擦に対する強さ—I.

下崎吉矩・加藤春己*
(東海区水産研究所)

## On the Wear Resistance in Continuous Filament-Twines—I.

Yoshinori Shimozaki and Harumi Kato

Among various physical properties of fishing net twines, wear resistance seems to be affected by the number of twists given to yarn, strand and twine. In the present study the sample twines used were the same in quality (vinyle chloride synthetics, Teviron, 300 deniers $ZN_1 \times SN_2 \times ZN_3$) and in number of yarns of which they consisted. But they differed one another in number of twists given to yarn, strand and cord as shown in Table 1. When the breaking strength of a material rubbed $n$ times with an apparatus (Fig. 1) is represented by $T_n$, and that of a non-rubbed material by $T_0$, one may denote the wear resistance as $T_n/T_0$ for comparing it among the differently twisted samples. The results obtained are summarized as follows.

1) There is much difference in the wear resistance ($T_n/T_0$) even in the same quality of the synthetic twines (Fig. 2 and Table 1).
2) It has been recongnized that the difference in the wear resistance among these twines tested is concerned with the number of the second twists ($N_2$) of the twines (Table 2).
3) Neither the weight nor the diameter of the twines seems to affect the wear resistance.
4) There are marked differences in rigidity closely related the 2nd twist ($N_2$) but hardly with the 1st and the 3rd twists ($N_1$, $N_3$) (Fig. 3). See the foot note under Table 1 concerning for $N_1$, $N_2$ and $N_3$.
5) Relationship between coefficient of the friction and either the rigidity or the wear resistance had an inclination inverse from each other: the smaller the coefficient of friction, the greater is the rigidity as well as the wear resistance (Figs. 5 and 6).
6) On the other hand, a high correlation has been noticed between the wear resistance and rigidity of the tested twines (Fig. 4).
7) It is inferable that the differences in the wear resistance are primarily attributed to the number of twists, and in the present case, 2nd twists, as the twists govern the rigidity which in turn affects coefficient of friction.
8) It is doubtful, however, whether or not the number of 2nd twists is the only factor that always increases the rigidity and decreases the coefficient.

漁網糸の摩擦に対する強さ**については既に幾多の研究が報告されているが[1),2),3),4),5),6)]，それらは主として漁網糸の性能を一次的に支配すると考えられる原繊維の異質性を問題とした異種漁網糸間の耐摩強度の比較を取扱つたもののようである。しかし，漁網糸の性能はその一次的要素以外に，これに加えられている撚によつて二次的に著しく影響を与えられるものと考えられ，諸性能の中，抗張力に関してはこの問題について多くの研究がある[7),8),9),10),11),12),13)]。耐摩強度は漁網糸の性能の中で比較的重要な地位を占めるものとおもわれるが，未だこの二次的要素の影響について報告された研究は殆んどないようである。

漁網の性能を厳正に評価し，向上させ，合理的に使用するためには，漁網糸の諸性能に対する撚の影響の大いさと原因について先ず充分の解明が行われることが必要である。このような観点から著者等は長繊維漁

1958 年 10 月 14 日受理　東海区水産研究所業績 B 第 302 号
* 加藤春己　現在，秋田県庁水産課
** この強さを以後において耐摩強度と呼ぶ。

網糸の耐摩強度と撚の関係につき実験し，その結果につき二三検討を行つたのでこれを報告する。

## I. 実験材料及び方法

1. 実験材料： 実験に用いられた材料は，一定長 (30 cm) の撚糸 (twine) の中にある下撚数 ($N_1$)，中撚数 ($N_2$)，上撚数 ($N_3$) が夫々第1表に示される 300 denier 9/3 のテビロン漁網糸 25 通りと，これと比較するために加えられた 20's 9/3 のクレモナ及び綿漁網糸各1通りである。この二者は何れも並撚と称せられるものである。

2. **実験方法**： 供試糸は第1図に示される装置によつて所定回数 ($n$) 摩擦された後 Schopper system tensile strength tester によりその残存抗張力が測定された。この残存抗張力 $T_n$ と摩擦前の抗張力 $T_0$ との比 $T_n/T_0$ を摩擦に対する強さの測度（耐摩強度）とする。摩擦テストの外に，これら供試糸間の耐摩強度の差異の原因について検討するために，供試糸の直径・長さ 1 m の重量・長さ 30 cm 間の撚数・剛軟度及び摩擦係数が測定された。

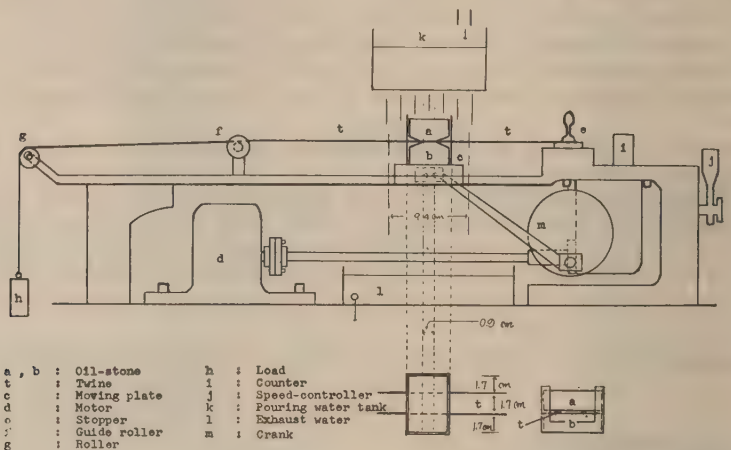



**Fig. 1.** Testing apparatus.

供試糸を摩擦するのに用いた実験装置は第1図に示される如き Duplan system cohesion machine を実験に適当するよう改造したものである。試料糸 (t) は摩擦物体 (a), (b) の間にはさまれ，(a) の重力と (b) の抗力による摩擦圧を受けて上，下両面が同時に摩擦される。(a) の下面と (b) の上面は共に水平面をなし，常時 (t) と接触を保つ部分の長さは 0.9 cm である。(a), (b) の材質は oil-stone，その重量は各 200 gr，左右に動揺しないように亜鉛板の枠に納められている。(この部分は第1図の下方に別に図示した。) (a), (b) が納められている枠は移動台 (c) 上に固定され，(c) は motor (d) より crank (m) を経て 24 cm/sec の平均速度で往復運動 (この運動は Simple oscillation である。) する。試料糸 (t) は (a), (b) の間に，その両端よりそれぞれ 1.7 cm のところに1本ずつはさまれて (第1図の下方の別図参照) 摩擦される。移動台 (c) の移動距離は 9.4 cm である。摩擦回数は移動台の一往復が摩擦1回として計数器 (i) に記録される。摩擦速度は (j) によつて調整される。試料糸を緊張させるためにその一端に 300 gr の荷重 (h) を加えた。また摩擦行程中に試料糸の内部に摩擦熱が蓄積するのを防ぐために図の如く水槽 (k) を設け，その底部の多数の小孔から 17 ± 1°C に保たれた清水を平均 25 cc/sec の割で摩擦部位に注水した。

撚数には松井式単糸検撚機を用い，twine の長さ 30 cm につきその上，中，下の各撚数を測定した。

抗張力測定時の引張速度は 0.3 cm/sec，試料糸は湿潤状態で，水温 17 ± 1°C，室温は 16 ± 2°C であつた。

重量測定は試料糸の乾燥状態のものにつき，300 gr の荷重下における長さが 100 cm の重量を記録した。

**Table 1.** Specification of the Material and the Determined Values

| No. | No. of twist per length 30 cm | | | Weight per 100 cm | Diameter | Rigidity | $T_0$** | $N_{20}$** | $T/T_{20}$ | $T_{80}$** | $T_{80}/T_0$ | $T_{160}$** | $T_{160}/T_0$ | $T_{200}$** | $T_{200}/T_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $N_1$* | $N_2$* | $N_3$* | gr | mm | gr | kg | kg | | kg | | kg | | kg | |
| 1 | 169.2 | 195.6 | 105.6 | 0.375 | 0.47 | 1.65 | 6.5 | 6.4 | 0.98 | 5.9 | 0.91 | | | 5.0 | 0.77 |
| 2 | 102.0 | 230.4 | 107.8 | 0.409 | 0.50 | 1.60 | 7.5 | 7.3 | 0.97 | 6.8 | 0.90 | | | 5.6 | 0.75 |
| 3 | 175.2 | 231.6 | 111.6 | 0.367 | | 1.67 | 6.7 | 6·5 | 0.97 | 5.9 | 0.88 | 5.3 | 0.79 | 5.0 | 0.75 |
| 4 | 280.8 | 254.4 | 111.6 | 0.406 | | 1.58 | 6.5 | 6.1 | 0.94 | 5.5 | 0.85 | | | 4.8 | 0.74 |
| 5 | 278.8 | 252.0 | 102.0 | 0.379 | 0.50 | 1.68 | 6.8 | 6.4 | 0.94 | 5.5 | 0.81 | | | 5.1 | 0.75 |
| 6 | | | | | 0.50 | | 6.6 | 6.2 | 0.94 | 5.6 | 0.85 | | | 4.8 | 0.73 |
| 7 | 168.0 | 229.2 | 99.6 | 0.414 | 0.57 | 1.83 | 7.6 | 7.2 | 0.95 | 6.5 | 0.86 | | | 5.4 | 0.71 |
| 8 | 104.4 | 236.4 | 98.4 | 0.400 | 0.52 | 1.72 | 8.0 | 7.4 | 0.93 | 6.8 | 0.85 | | | 5.6 | 0.70 |
| 9 | 171·6 | 221.2 | 90.0 | 0.367 | 0.50 | 1.50 | 7.1 | 6.6 | 0.93 | 6.0 | 0.84 | | | 5.0 | 0.70 |
| 10 | 202.8 | 189.6 | 86.4 | 0.415 | 0.59 | 1.42 | 7.3 | 6.6 | 0.91 | 6.1 | 0.84 | | | 4.8 | 0.66 |
| 11 | 104.4 | 230.4 | 86.4 | 0.366 | 0.50 | 1.54 | 7.1 | 6.5 | 0.92 | 5.8 | 0.82 | | | 4.6 | 0.65 |
| 12 | 99.6 | 153.6 | 98.4 | | | | 6.9 | | | 5.9 | 0.85 | | | 4.5 | 0.65 |
| 13 | | | | | | | 6.2 | | | 5.1 | 0.84 | | | 3.8 | 0.61 |
| 14 | 260.4 | 153.6 | 98.4 | 0.400 | 0.53 | 1.29 | 6.2 | 5.6 | 0.90 | 4.8 | 0.77 | 4.1 | 0.61 | 3.7 | 0.58 |
| 15 | 108.0 | 156.0 | 108.0 | | | | 6.9 | | | 5.6 | 0.81 | | | 3.6 | 0.52 |
| 16 | 96.0 | 156.0 | 108.0 | | | | 7.0 | | | 5.4 | 0.77 | | | 3.6 | 0.51 |
| 17 | 102.0 | 102.0 | 72.0 | 0.388 | 0.50 | 1.23 | 8.1 | 7.4 | 0.91 | 5.7 | 0.70 | | | 3.2 | 0.40 |
| 18 | 98.4 | 102.0 | 78.0 | 0.380 | 0.47 | 1.15 | 6.2 | 5.7 | 0.92 | 4.6 | 0.74 | 2.8 | 0.45 | 2.6 | 0.38 |
| 19 | 165.6 | 99.6 | 91.2 | 0.376 | 0.47 | 0.88 | 7.1 | 6.4 | 0.90 | 4.3 | 0.61 | 2.5 | 0.42 | 2.1 | 0.29 |
| 20 | 158.4 | 102.0 | 90.0 | 0.376 | 0.47 | 0.87 | 7.2 | 6.4 | 0.89 | 4.4 | 0.60 | 1.2 | 0.24 | 1.3 | 0.18 |
| 21 | 168.0 | 104.4 | 89.2 | 0.376 | 0.53 | 0.69 | 6.7 | 5.8 | 0.87 | 3.9 | 0.58 | 1.5 | 0.22 | 0.7 | 0.11 |
| 22 | | | | | | | 7.3 | 6.1 | 0.84 | 4.0 | 0.56 | | | | |
| 23 | | | | | | | 6.8 | 4.9 | 0.72 | 3.1 | 0.46 | | | | |
| 24 | 272.4 | 108.0 | 92.4 | 0.407 | 0.53 | 0.82 | 6.6 | 4.5 | 0.68 | 2.3 | 0.35 | | | | |
| 25 | | | | | | | 7.0 | 3.8 | 0.54 | 1.3 | 0.19 | | | | |
| 26*** | 228.0 | 282.0 | 86.4 | 0.396 | | | 6.8 | 5.8 | 0.85 | 4.5 | 0.64 | 3.2 | 0.46 | | |
| 27*** | 105.6 | 216.0 | 74.4 | 0.336 | | | 6.4 | 5.7 | 0.89 | 4.4 | 0.69 | 3.1 | 0.48 | | |

* $N_1$, $N_2$ and $N_3$ show the numbers of twist for yarn, strand and twine, respectively.

** $T_0$, $T_{20}$, $T_{80}$, $T_{160}$ and $T_{200}$ show tensile strength of the twine rubbed 0, 20, 80, 160, and 200 times, respectively.

*** The specimens from No. 1 to No. 25 are the teviron twine, and No. 26 and No. 27 cotton and cremona.

直径についても同様な条件のもとにおいて読取顕微鏡により測定した。

剛軟度は三善の方法[14]によつた。Edge 間隔は 10.0mm, ring の径は 1.5cm のものを用い，試料の長さは 2.0cm とした。

摩擦係数は，試料糸を摩擦するときと同様に準備し，第1図において，荷重 (h) 300gr の代りに水を容れることのできる容器を吊し，stopper (e) と (a), (b) との間に試料糸を少しくたるませ，容器に徐々に水を注入したとき，試料糸の動きはじめるときの容器と水の重量を摩擦力として求めた。即ち容器と水の重量の和を $F$ (摩擦力) とすると油砥石 (Fig. 1 の (a)) が 200gr であるとき，摩擦係数 $\mu=\frac{1}{2}\cdot\frac{F^*}{200}$ である。

以上の測定結果として第1表に記載されたものは総て試料 10 についての測定値の算術平均である。

## II. 実験結果と考察

1. 耐摩強度 $T_n/T_0$: 供試糸の最初の抗張力を $T_0$ とし，$n$ 回摩擦後の抗張力を $T_n$ とするとき，耐摩強度は $T_n/T_0$ で表わされるものとし，$n$ がそれぞれ 20, 80, 160, 200 の場合につき各供試糸の $T_n/T_0$ を求めた。各供試糸につき $T_{200}/T_0$ の値の大きさの順に No. 1～No. 25 の番号をつけ第1表に実験結果を示す。これらの下の段にクレモナ及び綿網糸の $T_n/T_0$ を併記した。

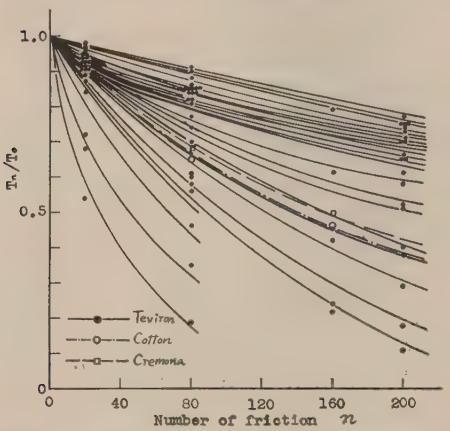



**Fig. 2.** The decreases in wear resistance of the netting twines, $(T_{200}/T)$ related to the number of friction $n$. Cotton and cremona twine are of medium twist, and the teviron twines have different number of twists ranging soft to extrahard ones as shown in Table 1.

**Table 2.** Some examples of the constants in the exponential curve, $T_n/T_0{}^*=e^{bn}$

| No. of specimen | $b=-\frac{1}{T_n/T_0}\cdot\frac{d(T_n/T_0)}{dn}$ |
|---|---|
| 3 | 0.00149 |
| 8 | 0.00246 |
| 14 | 0.00353 |
| 18 | 0.00450 |

* $T_n/T_0$: Wear resistance.
$n$: Number of friction.

$T_n/T_0$ と摩擦回数との関係は第2図に示される如くで，$T_n/T_0=f_{(n)}$ とするとき，ほぼ $f_{(n)}=ae^{-bn}$ なる曲線に沿つて減少するものとみられる $(b>0)$。$T_n/T_0=f_{(n)}$ より $f_{(0)}=1$ であるから，$f_{(n)}=ae^{-bn}$ において $a=1$ であるべきである。したがつて $f_{(n)}=e^{-bn}$ となるから，$b$ の大きいものは耐摩強度が小さい。いくつかの標本につき $b$ を求めて第2表に例示する。

また，この曲線は $\frac{df_{(n)}}{dn}=be^{-bn}$ で $n$ が大なる程耐摩強度の減少する割合が小さくなることを示している。

$f_{(n)}$ のこのような減少傾向は，漁網糸の磨損が単に漁網糸自体に対する仕事量の大いさに関係するだけでなく，被摩擦面の単位面積当りの圧力にも強く支配されることを示唆するものと考えられる。

クレモナ及び綿糸標本糸の $T_n/T_0=f_{(n)}$ もテビロン試料糸とほぼ同じ曲線に沿つて減少し，その大いさはテビロン No. 1 から No. 25 の標本のほぼ中程に位し，撚数の如何によつて，互いに大きい場合も小さい場合もあり得ることを示した。

2. 耐摩強度に及ぼす撚の影響: 第2図から同種の原糸よりなる同一構成の漁網糸の耐摩強度に非常に大

* $\mu=\frac{1}{2}\cdot\frac{F}{200}$ で $\mu$ を $\frac{F}{200}$ の $\frac{1}{2}$ としたのは Fig. 1 で a, b の行に試験糸が2本はさまれているからである。

きな差異のあることが知られるが，これらの試料はその上撚*，中撚，下撚の各撚数が異なるだけであるから，このような耐摩強度の差異はその大部分がこれら撚数の相違に起因するものとみることができる**。

供試糸の耐摩強度は $f(n)=e^{-bn}$ について論じられるべきであるが，ここでは簡単のために $T_{200}/T_0$ をその供試糸の耐摩強度として代表させ，これと上，中，下各撚数との関係をみる。第3表にその分散分析***の結果を示す。

第3表によると，中撚 $N_2$ は $T_{200}/T_0$ に顕著な影響を及ぼすが，他の撚 $N_1$, $N_3$ はこの場合余り positive ではなく，各撚の交互作用も $T_{200}/T_0$ の大いさに影響する程強くはないことが推察される。

**Table 3.** Analysis of variance in the mean strength of the twines classified by numbers of the 1st, the 2nd and the 3rd twist

| Source of variation | $d.f.$ | Mean square |
|---|---|---|
| $N_3$* | 2 | 84.3889 |
| $N_2$ | 1 | 14450.0000 |
| $N_1$ | 2 | 214.8889 |
| $N_3 \times N_2$ | 2 | 246.1667 |
| $N_3 \times N_1$ | 4 | 52.7223 |
| $N_2 \times N_1$ | 2 | 340.6667 |
| $N_1 \times N_2 \times N_3$ | 4 | 93.3333 |

* $N_1$, $N_2$ and $N_3$ denote respectively the 1st, the 2nd and the 3rd twist.

3. 供試糸の性状と耐摩強度：　漁網糸間に撚数の相違だけがあるとき，それらの間に生ずべき static な性質の相違として，直径，重量，摩擦係数，剛軟度等があげられる。漁網糸間の耐摩強度の差異は，これらの諸性質の相違に起因するものとみて，それらと耐摩強度との関係及びそれら相互間の性質の関係について実験した結果次のことが知られた。

1)　直径及び重量と耐摩強度　　第1表に記された測定結果より，直径の大小は耐度強度に全く関係なく，単位長さの重さにも殆んど影響されないとみられる（$r_w=+0.2558$, $t=1.0392$, $d.f=15$）。

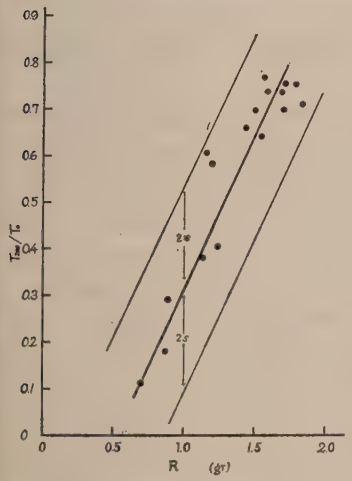



**Fig. 3.** Relation between the wear resistance and the rigidity of the twines.
$T$ : Tensile strength of a twine.
$T_{200}$: Tensile strength of twines after abrading 200 times.

2)　剛軟度と耐摩強度　　剛軟度 $R$ と $T_{200}/T_0$ との関係は第3図にみられる如く，両者の間に可成り高い相関がみられ，これは $T_{200}/T_0=0.657R-0.34$ をもつて推定される回帰を有する。$T_{200}/T_0$ の varians は第4表に例示した。

**Table 4.** Example of variance in $T_{200}/T_0$ for same kinds of the twines differing in number of twists

| No. | $N_1$ | $N_2$ | $N_3$ | $T_0$ kg | $\sigma_{T_0}$ | $T_{200}$ | $\sigma_{T200}$ | $\sigma_k{}^{2*}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 102.0 | 230.4 | 107.8 | 7.5 | 0.2301 | 5.6 | 0.1934 | 11.8652 |
| 9 | 171.6 | 221.2 | 90.0 | 7.1 | 0.1372 | 5.0 | 0.4814 | 9.6267 |
| 11 | 104.4 | 230.4 | 86.4 | 7.1 | 0.2164 | 4.6 | 0.1351 | 7.5492 |
| 17 | 102.0 | 102.0 | 72.0 | 8.1 | 0.1583 | 3.2 | 0.2341 | 4.6367 |

* $k=T_{200}/T_0$ のとき

$$\sigma_k{}^2=k^2\left\{\left(\frac{\sigma_{T_0}}{T_0}\right)^2+\left(\frac{\sigma_{T_{200}}}{T_{200}}\right)^2\right\}-2\rho\,\frac{\sigma_{T_0}\sigma_{T_{200}}}{T_0T_{200}}$$

一方剛軟度と撚数との関係をみると，第4図に示される如く，ここでも中撚 $N_2$ と剛軟度 $R$ との間に正の相関がみられ（$r_{R\cdot N_2}=+0.8850$, $t=7.3620$, $d.f=15$, 上，下各撚数（$N_3$, $N_1$）と $R$ と

* 上撚，中撚，下撚は第1表ではそれぞれ $N_3$; the 3rd, $N_2$; the 2nd 及び $N_1$; the 1st twist に相当する。

** 原糸，単糸，片子糸等の引揃えの均一性やこれら構成単位の摩擦物体とのなす角度にも影響を受けるかも知れないが，ここではこれを無視する。

*** $T_{200}/T_0$ の分散は $\sigma_k{}^2=k^2\{(\sigma_{T_0}/T_0)^2+(\sigma_{T_{200}}/T_{200})^2\}-2\rho\,\sigma_{T_0}\sigma_{T_{200}}/T_0T_{200}$ によつて推定した。ここで $k=T_{200}/T_0$

の間の相関は非常に低い ($r_{R\cdot N_3} = +0.3508$, $t = 1.4520$, $d.f = 15$, $r_{R\cdot N_1} = +0.2111$, $t = 0.86369$, $d.f = 15$)。

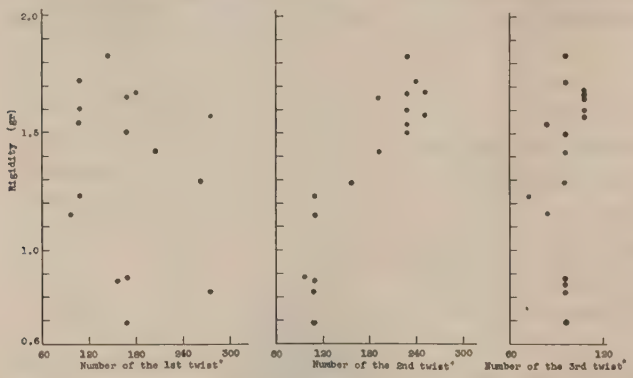



**Fig. 4.** Relation between the number of twists and ridigity of the twines.
The 1st, the 2nd and the 3rd twists denote the ones given to a yarn, strand and twine, respectively.

以上の二つの関係から，供試漁網糸間の $T_{200}/T_0$ の差異は主として $N_2$ の大いさ如何によつて生じた試料糸の剛軟度の大小に基いたものであると推察される。

3) 摩擦係数と耐摩強度　2) において，これらの供試糸の耐摩強度は剛軟度の増大に伴つて大きくなる傾向をもつていることが知られた。このような関係を両者の間に生ぜしめる物理的素因としては摩擦係数 $\mu$ が考えられる。

そこで $T_{200}/T_0$ と $\mu$ との関係をみると第5図の如く逆の相関的関係がみられる。$\mu$ の値は試料糸が摩擦される過程において漸次変化するものであるかも知れないが，これは相対的に変化するものと看做して無視し，摩擦前の試料糸の摩擦係数 $\mu$ をもつて，それら供試糸の摩擦係数とした。

一方において，$\mu$ と $R$ との関係をみると第6図の如くである。即ちこの場合にも $T_{200}/T_0$ と $\mu$ との関係と同じく $\mu$ と $R$ とは逆相関の関係にあることが知られる。

これを要するに，これらの供試糸についてみるとき，$R$ の大なるもの程概して $\mu$ が小さく，$\mu$ の小なるもの程 $f_{(n)} = T_n/T_0$ が大であるという傾向をみとめることができる。

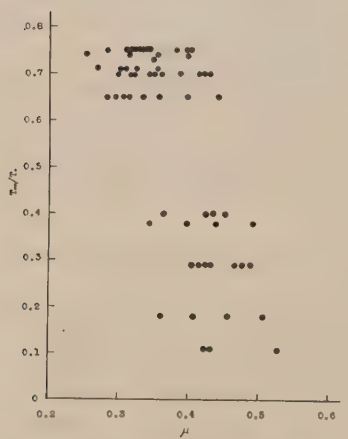



**Fig. 5.** Relation of coefficient of friction to the wear resistance of the teviron-twines. $T_{200}/T_0$ denotes wear resistances.

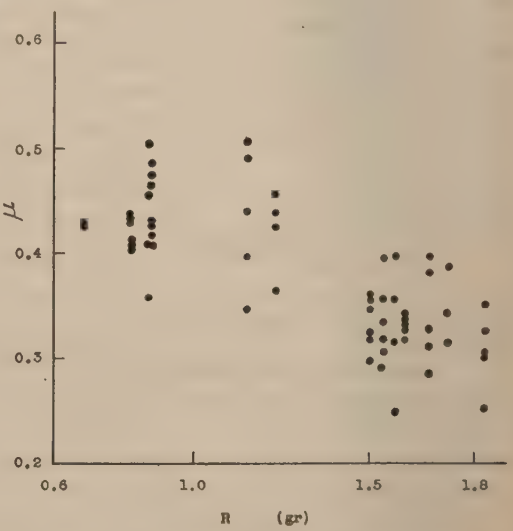



**Fig. 6.** Relation of rigidity to coefficient of friction of the teviron-twines.

## III. 論　　議

本実験において，同種の原糸よりなる同一構成の漁網糸間の耐摩強度に非常に大きな差異のあることが指摘された。またこれを明らかにするために行われた別の実験において，これらの漁網糸間に種々性状の相違があり，摩擦係数の小なるもの程耐摩強度が大きく，そのようなものはまた剛軟度が大きいという傾向のあることが知られた。剛軟度及び摩擦係数は耐摩強度とそれぞれの相関及び逆の相関関係を有するが，耐摩強度に対し，この二者がそれぞれ独立に影響を及ぼすものであるか否かについては明らかでない。しかし摩擦係数と剛軟度との間には可成り高い逆相関がみられるので，この場合には剛軟度の相違によつて摩擦係数に差異を生じ，摩擦係数の小なるもの程耐摩強度が大きくなつたとの推定が妥当であるようにおもわれる。しかしこのような因果要因が耐摩強度の上にどの程度の支配力を有するかについては明らかでない。

更に剛軟度は本実験の場合，中撚によつて最も強く支配され，他の撚の影響は非常に小さいことが統計的手段により明らかにされた。下撚の平均撚数及びその分布巾は中撚の場合と同程度に大きいが，単糸の直径は strand の直径よりもずつと小さいためにその撚度及び撚度の分布巾は中撚のそれよりはるかに小さくなる筈であり，上撚数及びその分布巾は中撚のものに比し小さいので撚糸 (twine) の直径が大きい割にその撚度及び撚度の分布巾は中撚のそれより大きくないとみられる。つまり剛軟度の大いさを支配する要因が本実験の場合においては中撚であり，他の撚や，それらの交互作用が有意でないとみられるに至つた主たる原因は，中撚の撚度の大いさ及びその分布巾が他の撚のそれらに較べて大きかつたことにより，中撚が撚糸 (twine) の内圧の増大に最も強く影響し，これが直接に剛軟度の大小となつてあらわれたものとみられる。

このように考えるときは，漁網糸の耐摩強度は中撚そのものでなくても，撚糸 (twine) の内圧，したがつて剛軟度を大きくするような原因があれば，それが上撚や下撚であつても，増大するものと考えることができるかも知れない。

これを撚の機構の上から考えてみると，次のように推論される。即ち oil-stone の接触面で漁網糸が硬いのは strand の撚 $N_2$ の大なる場合である。上撚が中撚と釣合つて撚が戻らない程度になつているものとすれば上撚数 $N_3$ は中撚数 $N_2$ で決まる筈である。また fibre の撚は単糸の直径が非常に小さいのでその撚数 $N_1$ が甚しく大でない限り，撚糸 (twine) の内圧を高めるには至らないから，この実験の範囲では下撚の影響は極めて小さいであろう。したがつて撚の強さは中撚でもつて代表できる筈で，これより一般に中撚は上撚とともに（剛軟度の増大と摩擦係数の減少に関係して）$T_n/T_0$ の大いさに対して重大な影響力を有するものと考えられる。第7図は第1表の値より $N_2$ 及び $N_3$ と $T_{200}/T_0$ との関係を図示したもので，図中添数字は $N_3$ である。この図は上述の考えのほぼ適合することを示すものであるが，幾つかの case において適合しないものがあるのは，供試糸の実際の上撚と中撚が必ずしも釣合つていないことを意味するものであり，2. において上撚及び中撚の交互作用の $T_n/T_0$ に及ぼす影響の余り強く現われていないのはこのためであろう。市販の漁網糸は一般に供試糸よりも遙かに小さい下撚数をもつものであるから，市販糸については下撚の影響はますます小さいと考えられる。但し本実験の供試糸は無熱処理のものであり，熱処理その他の方法により可塑的特性が特別に附与された糸についてはこの限りでない。

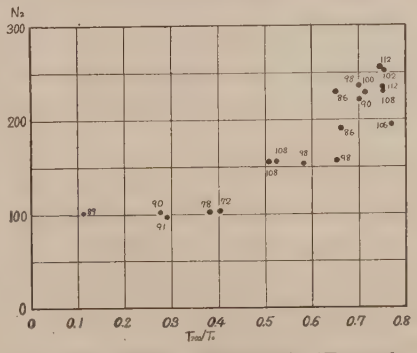



Fig. 7. Relation between $T_{200}/T_0$, and $N_2$ and $N_3$.
* Numerals placed at the plotted points indicate the values of $N_3$.

次に耐摩強度 $f(n)$ の形からして，漁網糸の磨損はこれに働く仕事の外に被摩擦面の摩擦圧力の大いさに特別の影響を受けるように推察される。しかるに一方では剛軟度の大きいものは摩擦物体との接触面が小さ

く，単位面積当りの摩擦圧が大きい筈であるのに $f_{(n)} = T_n/T_0$ は概して大といえる。この間の定量的関係についての究明は今後に残される。また撚糸 (twine) の軸即ち摩擦方向とその繊維，単糸及び片撚糸等とのなす角の耐摩強度に及ぼす影響についての検討も今後に残される。

終りに臨み，この研究を指導していただいた本所宮本科長，テーマをいただいた高山部長並びに御稿閲賜わつた田内森三郎博士に厚くお礼申し上げる。また実験材料を提供された帝国人造絹糸株式会社に深謝する。

## 文　　献

1) 田内・安田：水産物理談話会報，**10**，(1930).
2) 近藤　仁：本誌，**5**，(6)，(1937).
3) 本多勝司：合成繊維漁網，産業資材調査会，(1949).
4) 土屋正三：本誌，**16**，(7)，(1950).
5) 下崎吉矩他：合成繊維漁網集録，水産研究会，(1951).
6) 宮本　高山：本誌，**21**，(3)，(1955).
7) 川合角也：水産講習所試験報告，**6**，(3)，(1910).
8) 田内森三郎：水産講習所研究報告，**25**，(2)．(1929).
9) 近藤　仁：本誌，**4**，(5)．(1936).
10) 藤田　博：本誌，**17**，(2)，(1951).
11) 石井・小泉：本誌，**20**，(2)，(1955).
12) 小泉　孝：本誌，**20**，(7)，(1955).
13) 〃　〃：本誌，**21**，(3)，(1956).
14) 三善清旭：本誌，**3**，(3)，(1935).

# On the Law of Mechanical Similarity for Ropes of Fishing Nets

Tasae KAWAKAMI
(*Department of Fisheries, Kyoto University, Maizuru*)

According to Tauti's law[1] for model experiment of fishing net, the reduction rate of accessory ropes is assumed to be equal to that of the main body of the net. This is a matter of course in the case where the length of the rope is fixed in proportion to the size of the main body of the net, such as cork lines, lead lines, or rib lines. It occurs, however, frequently that the model rope can not be made up with real flexible materials because of the extraudinariness of its density. This difficulty has been overcome by neglecting the hydrodynamic resistance acting on the ropes in comparison with its apparent weight in water. This may be allowable if the current velocity is small as is the case with fixed net set in a relatively calm water. But when both the apparent weight and the hydrodynamic force are the same order of magnitude, this neglection can not be permissible. This error due to the neglection of hydrodynamic force will stand out markedly especially when the long ropes are used independently of the size of the net itself. In this paper, in addition to Tauti's theory, it is desired to give a more general theory of mechanical similarity for ropes which are employed independently of the size of net, such as the warp of a trawl net.

In what follows the notations will follow after Tauti's original paper: namely, $\lambda$ and $l$ denote the linear dimension of the net and the length of the rope respectively, $D_1$ its diameter, and $v$ the current velocity.

Let us consider two warps of different size and material, one of which is the full scale and the other is its model, then consider the condition to be fulfilled in order to make the configurations in both cases similar. This condition is evidently that any similar points on the two ropes, the forces acting on an element must bear the same ratio to each other. The forces that act on an element of a rope in a current are threehold in origin: (1) the hydrodynamic force that arises from the flow, (2) the weight of the element of the rope in water, and (3) the tension in the rope at the ends of the element. When it is desired to get a geometrical and mechanical similarity for both ropes, the full scale and the model, it is necessary that the ratio between these forces is the same at each similar point on both the ropes.

The angles that the element of the warp makes with the current and with the direction of gravity are equal in both the model and the full scale when the ropes take the geometrically similar configuration. Then the hydrodynamic force $R$ due to

*Received Oct. 30, 1958*

the current will be proportional to the diameter $D$, length $l$ of the rope and square of the current velocity $v$, namely

$$R \infty Dlv^2 .$$

The apparent weight $W$, of the rope in water is simply given by

$$W \infty (\rho_1 - \rho_w) D_1^2 l ,$$

where $\rho_1$ and $\rho_w$ are the densities of the warp and water respectively.

According to the model law of fishing net, if the model net be made up in accordance with Tauti's principle, the tension that comes from the net is proportional to the square of the current velocity and the area of webbing, thus the tension $T$ in the rope is given by

$$T \infty \lambda^2 v^2 .$$

These three forces must bear the same ratio with one another for two ropes in order to maintain the mechanical similarity. Then if we distinguish the full-sized net and its model by one prime (′) and two primes (″) respectively, the following relation must be held:

$$\frac{T''}{T'} = \frac{R''}{R'} = \frac{W''}{W'} .$$

In making the model, the mean densities of the rope can be regulated by inserting short strips of cord of different material at regular intervals at a proportion of $(a:1)$. For small models, this can easily be done by the use of modern chemical adhesives. Let $\rho_2$ and $D_2$ be the density and the diameter of the inserted cord, which may be a metal filament under certain circumstances. Then the equation given above becomes

$$\frac{\lambda''^2 v''^2}{\lambda'^2 v'^2} = \frac{[(1-a)D_1'' + aD_2'']l''v''^2}{D_1' l' v'^2} = \frac{(1-a)(\rho_1'' - \rho_w'')D_1''^2 + a(\rho_2 - \rho_w'')D_2''^2]l''}{(\rho_1' - \rho_w')D_1'^2 l'} .$$

This is the most general expression of the model law for ropes.

In the case where

$$a=0 \quad \text{and} \quad \frac{l''}{l'} = \frac{\lambda''}{\lambda'} ,$$

this gives

$$\frac{\rho_1'' - \rho_w''}{\rho_1' - \rho_w'} = \left(\frac{v''}{v'}\right)^2 \left(\frac{l''}{l'}\right) \left(\frac{\lambda''}{\lambda'}\right)^{-2} ,$$

$$\frac{D_1''}{D_1'} = \left(\frac{l''}{l'}\right)^{-1} \left(\frac{\lambda''}{\lambda'}\right)^2 .$$

When the rope is sewn entirely to the main body of the net, namely,

$$a \fallingdotseq 0 \quad \text{and} \quad \frac{l''}{l'} = \frac{\lambda''}{\lambda'},$$

the following two relations must be satisfied simultaneously:

$$\frac{(1-a)(\rho_1'' - \rho_w'')D_1''^2 + a(\rho_2'' - \rho_w'')D_2''^2}{(\rho_1' - \rho_w')D_1'^2} = \left(\frac{v''}{v'}\right)^2 \left(\frac{\lambda''}{\lambda'}\right),$$

$$\frac{(1-a)D_1'' + aD_2''}{D_1'} = \frac{\lambda''}{\lambda'}.$$

Thus the wide applications of the rule would be obtained.

And if

$$a = 0 \quad \text{and} \quad \frac{l''}{l'} = \frac{\lambda''}{\lambda'},$$

we get

$$\frac{\rho_1'' - \rho_w''}{\rho_1' - \rho_w'} = \left(\frac{v''}{v'}\right)^2 \left(\frac{\lambda''}{\lambda'}\right)^{-1},$$

$$\frac{D_1''}{D_1'} = \frac{\lambda''}{\lambda'}.$$

This is just the form similar to Tauti's modelling rule for ropes.

This work was supported in part by a research grant from the Ministry of Education.

## Reference

1) Tauti, M.: A relation between experiments on model and on full scale of fishing net. This Bull., 3 (4), 1, (1934).

# 溜池における *Anabaena* の消長と環境条件との関係

里 見 至 弘
(淡水区水産研究所)

# Relationship between Seasonal Change of *Anabaena* and Environmental Conditions in a Farm Pond*

Yoshihiro SATOMI

**Synopsis**

The succession of a molecular nitrogen fixing blue-green alga, *Anabaena* was investigated in a farm pond where chemical fertilizers applied in Nagano Prefecture during the years of 1954 to 1956. The results were obtained as follows:

1) Maintenance of the algal blooming and acceleration of their growth rate were not found to be affected by the application of phosphorus fertilizer. The phenomenon was interpreted that the assimilable carbon played possibly a role of limiting factor.

2) "Heterocyst frequency" proposed by FOGG (1953) showed the minimum value of 2 to 3% when the growth of *Anabaena* had attained the maximum, suggesting that their maximum growth might be determined by the estimation of the value of heterocyst frequency. The chemical fertilization was found to have affected more on the heterocyst formation than on the resting spore formation. It seemed reasonable to assume, therefore, that in the course of the algal growing the former plays role different from the latter.

3) In three-year period of the study *A. Viguieri* was determined dominant species in the pond water especially in June. In 1956, with nearly complete control of water plant growth affected by the stocking of grass-carp, other two species of algae *A. contorta* (in July) and *A. flos-aquae* (in August) were also detected dominant.

4) The maximum yield of *Anabaena* was suppressed by the growth of water plants in the pond water, which, however, did not effect on the growth rate of the former.

内水面漁場，特に止水域においては，植物プランクトンの消長の機構を解明することによつて，水質管理上価値ある方法を見いだすことは，重要な課題の一つと思われる。

その研究の一環として，長野県上田市近郊の農業用溜池における植物プランクトンの遷移を観測した際に毎年5月から6月にかけて *Anabaena* を優占種とする「水の華」がみられ，またその衰退が非常にすみやかに行われることがみられた。*Anabaena* は養鯉池の施肥の効果の判定に用いられ，また動物プランクトン，主として *Diaptomus* および *Cyclops* の増殖をもたらすといわれている[1]。さらに良く知られているように窒素固定能力もあり[2]，施肥によつて魚類の生産を高めようとする場合には重要種の一部であると考えられたので，観測結果から得られた，消長を支配する環境要因ならびに急速に衰退する時期を判定する方法の手懸りについて，二三の知見を報告する。

調査の対象とした池には毎年コイとフナが放養され，その面積は約 1ha，平均深度は 1.5m であつた。施肥は市販の肥料を用い，時期および量は Table 1 に示す通りである[12]。1954, 1955 両年は主としてヒシ (*Trapa* sp.) が繁茂したが，1956 年にはソウギョが放養されたため水草は完全に抑制された。なお *Anabaena* の計測は限外沪過膜を用いる方法[3]によつた。

1958 年 11 月 10 日受理

* Study of farm pond fish culture No. 4, 淡水区水産研究所業績 69 号.

Table 1. Data on fertilization of Onna-ike (1 ha in surface area) by date of its application and amount applied in kg.

| Date | Chemicals | | | Weight, kg |
|---|---|---|---|---|
| March 11, 1954 | Urea | N | 46% | 16.8 |
| | Superphosphate | $P_2O_5$ | 16.5% | 48.8 |
| | Potassium chloride | $K_2O$ | 59% | 7.5 |
| May 12, 1954 | Ammonium sulfate | N | 21% | 41.3 |
| | Superphosphate | $P_2O_5$ | 16.5% | 52.3 |
| June 18, 1954 | do. | | | |
| July 20, 1954 | do. | | | |
| March 20, 1955 | Superphosphate | $P_2O_5$ | 16.5% | 52.3 |
| April 4, 1955 | do. | | | |
| May 21, 1955 | Ammonium nitrate | N | 33% | 22.5 |
| | Ammonium sulfate | N | 21% | 7.5 |
| | Superphosphate | $P_2O_5$ | 16.5% | 52.3 |
| June 10, 1955 | Superphosphate | $P_2O_5$ | 16.5% | 52.3 |

## 結果ならびに論議

### 1. 環境要因との関係

**a) 炭　酸**　データは主として水草および他の植物プランクトンとの競争のない 1956 年6月7日のものを用いた。この日の *Anabaena* の密度は表層 (0～30 cm 層) の平均をとつて $6.1\times10^7\mu^3$/cc であつたから，さらに1日増加するために必要な炭素の量は次のように計算される。$l_n\ n_1-l_n\ n_0=\gamma t$ なる式において[5] $n_0=6.1\times10^7\mu^3$/cc, $\gamma=0.2$ $t=1$ を当てはめると，$n_1=7.4\times10^7\mu^3$/cc となり，プランクトンの比重は，ほぼ1に等しいから[6] $n_1-n_0=74$ mg/$l$ となり，含水量を 90% とすれば[6]，乾燥重量にして 7.4 mg/$l$ となり，炭素の含有量* を 45% とすれば[7] 3.3 mg-C/$l$ となる。この時溶存する全炭酸の量は pH 9.8，アルカリ度 0.79 m·e/$l$ であつたから，松江・平野[8]の計算した表を用いて 0.60 mM/$l$ となる。その中炭酸イオンは利用し得ず，重炭酸イオンの半量のみが利用されるから[6]全炭酸の 34%，すなわち 0.20 mM/$l$ が利用可能な量である**。結局，利用可能な炭素の量は 2.4 mg-C/$l$ となり，先に計算した1日の必要量 3.3 mg-C/$l$ に満たない。

1954，1955 の両年には，非常に概略的な計算ではあるが，ヒシの現存量は乾燥重量にして約 30 mg/$l$ であつたから[10]，その半量を葉が占めるとしても，*Anabaena* の最大密度は，この面からも抑制されたものと推測される***。炭酸が制限要因になることの可能性は，*Scenedesmus* を用いた実験によつて，松江・平野[8]によつて指摘されているが，当池における *Anabaena* の増殖停止も炭酸不足が重要な因子の一つとなつているものとも考え得るが，ついで起る急激な衰退の原因については，今後の研究にまちたい。

**b) 燐　酸**　1956 年6月7日には表層では 10$\gamma$-P/$l$ であつた。*Anabaena* の燐含有量[11]を 0.53% とし，炭酸と同様に計算すると，必要量は約 40$\gamma$/$l$ となり，この場合には燐の不足も考えられるが，1955 年

* *Anabaena* の分析結果についての報告を見いだすことができなかつたので，類縁の *Anabaenopsis* の値を用いた。

** 底層からの供給については，顕著な成層を示していたゆえ，それほど重視せずともよいように思われる。また利用可能な有機態の炭素の量については不明であり，この量についての若干の補正が必要かも知れない。大気中の炭酸ガスの水への拡散量は $26\times10^{-4}\mu$M/cm$^2$/day (15°C) と計算される[9]から無視し得よう。

*** ヒシが葉の表面から空中の炭酸ガスを同化するかも知れないが，少なくとも当池において MATIDA[17] の計算した結果では，プランクトンの約 10 倍の同化量を示している。

においては，施肥によつて「水の華」を維持できなかつたことから，制限要因は主として燐酸不足によるものではないと推測される。

c) その他　カルシュウム・イオンも重要な因子であるといわれるが[1]，当池の含有量は 14 ppm であるから[12] 少なくとも乾燥重量にして 6 g/l までは増殖可能である[1]。1955 年には，燐酸肥料を施肥しても「水の華」を維持できなかつたが，窒素が固定されていた[12] ことから，腐植質の存在[13] やモリブデンの欠乏等によつて窒素固定が妨げられたためとも考え難い。

**2. 出現種，ならびに増殖速度**

水草の繁茂しなかつた 1956 年には，6月から7月にかけて *A. contorta*，7月から8月にかけては *A. flos-aquae* が優占種であつたが，水草の繁茂した 1954，1955 両年には出現しなかつた。しかし Fig. 1 に示したように，3年間を通じて，水草の有無に関係なく，*A. Viguieri* が共通種として出現している。このことは *Anabaena* の種によつて，ヒシの抑制作用の受け易さが異なることを示しているのではなかろうか。

増殖速度を計算すると，いずれの種類も 0.2～0.3（1日当り細胞数の増加の $\log_e$ 単位）で，水草の有無および施肥，無施肥のいかんにかかわらず，ほぼ一定であつた。*A. cylindrica* を用いた培養実験では約 0.7 という値が得られているが[4]，この値に比べると増殖速度は非常に遅い。培養条件を比較すると，温度，光，無機態窒素および燐以外の，恐らく炭酸ガスの絶えざる供給と攪拌による相違に基くものと考えられる。

**3. 異形細胞ならびに休眠胞子の生成**

Fig. 1 に示したように増殖が盛んになるに伴い，異形細胞数と植物細胞数との比（以下 H/V と略す）は小さくなり，増殖が極大となる頃その比は極小の値を示した。異形細胞の生成に影響を及ぼす環境要因については，Fogg[15] の詳しい研究があり，塩素イオン，有機炭素化合物，燐酸イオンの添加及びモリブデンの欠乏によつて促進され，有機態並びに無機態窒素化合物によつて阻害されることが報告されている。

溜池では，*Anabaena* の増殖期には硝酸態窒素は検出されず，アンモニア態窒素の濃度は，施肥をした場合以外は，異形細胞生成の阻害濃度である $4 \times 10^{-5}$M[15] を越えない。更に溶存有機態窒素の含量は 1 mg/l 程度であり[12]，燐酸塩を施肥しても異形細胞は増加しなかつたから，当池においてみられた異形細胞生成の変動過程は窒素や燐酸によるものではないと考えられる。

照度が小さいと異形細胞の生成は促進されるといわれる[15]ゆえ，各層別に比較してみると一般的には比の値が下層程大きいようであるが，常にそうであるとは限らない。これは下層程アンモニア態窒素が多かつたためか，あるいは上下層の垂直混合によるのかは不明である。

先に述べた Fogg による培養実験は，一因子ずつについての結果であるから，溜池のように各種の要因が組合わさつている場合にはその関係が非常に複雑化し，一要因のみに帰することは不能であると考えられる。しかし溜池における H/V の値の変化は，3年間にわたり各出現種とも共通な経過をたどつているから，かなり一般的な現象であり，*Anabaena* の正確な定量を行わずとも，H/V の値を求めることによつて，増殖が極大になり，ついで激減をする時期を判定することは可能なように思われ，その時の H/V の値は，約 2～3% であろう（Fig. 1）。この現象の一因として，前述したとおり，炭素源の不足が大きな役割を演じているものではなかろうか。

休眠胞子数と異形細胞数との比（以下 D/H と略す）は Fig. 1 上段に示したように，施肥後には低い値を示し，また出現初期には D/H は小さく，H/V の値が非常に大きいことは，*Anabaena* の栄養状態が休眠胞子に比べて異形細胞の方に，より鋭敏に反映され，特に異形細胞については，Fogg の結果[15] と考え合わせると，少なくとも休眠胞子を生成する *Anabaena* においては，古くより考えられているような[16]，休眠胞子と類似の機能を持つのみではないと推察される。

休眠胞子は出現初期にはみられず，また離脱し易いため，D/V の関係については顕著な経時変化が得られなかつたが，水草が繁茂し，施肥を行つた 1954，1955 両年は同様な変化の傾向を示し，施肥を行わず，水草の存在しない 1956 年には，前両年と著しく異なることの原因については不明である。しかし少なくとも

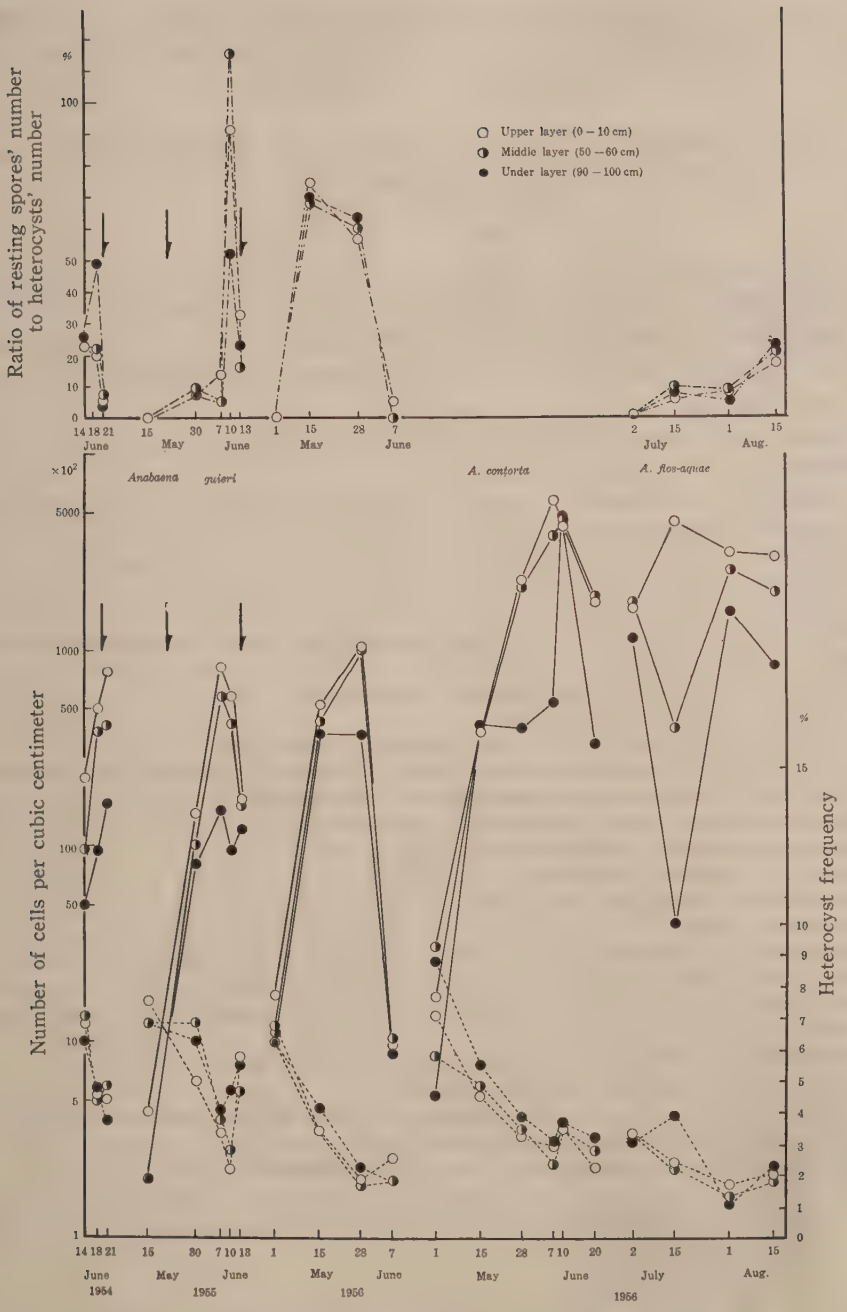



**Fig. 1.** Relations between growth of Anabaena (solid line) and the heterocyst frequency (dotted line), and the ratio of resting spores' number to heterocysts' (chain line). Application of fertilizers pointed by arrows.

1954, 1955 両年においては，植物細胞数が極大になる時期に休眠胞子数は極小の値をとし，ついて植物細胞数の減少に伴つて休眠胞子の生成が促進されたが，これは前者より後者への貯蔵物質の移行があるといわれている[16]ことと一致する。

本文を終るに当り，御校閲賜わつた，東京大学松江吉行教授，淡水区水産研究所町田喜弘博士，観測で御協力頂いた同研究所上田支所の方々，および東川覚氏に深謝する。

## 要　　約

1) 窒素および燐酸肥料の施肥によつて *Anabaena* の「水の華」を維持すること，ならびに増殖速度を促進させることはできず，溶存炭酸量の不足が制限要因として重要であろうと推論した。

2) 異形細胞数と植物細胞数との比（H/V）の値の変化の傾向を観測することによつて，*Anabaena* が最大密度に達した時期を判定できるようであり，その値は，*A. Viguieri*, *A. flos-aquae* および *A. contorta* では約 2～3% であつた。

3) 異形細胞生成は，休眠胞子生成よりも増殖過程において環境の栄養状態を一層鋭敏に反映し，休眠胞子と同様の機能を持つのみではないことを推論した。

4) 水生植物（主として *Trapa* sp.）との競争によつて，最大密度は抑制されたが，増殖速度は影響を受けず，0.2～0.3（1日当り細胞数の増加の $\log_e$ 単位）という値を示した。

## 文　　献

1) WUNDER, W.: Fortschrittliche Karpfenteichwirtschaft pp. 385, E. Schweizerbart'sche Verlag., Stuttgart, (1949).
2) FOGG, G. E.: Ann. Rev. Plant Physiol. **7**, 51～70 (1956).
3) 里見至弘：淡水研報 **6**, 21～26 (1956).
4) ALLEN, M. B. & ARNON, D. I.: Plant Physiol. 30, 366～72 (1955).
5) FOGG, G. E.: The metabolism of algae pp. 149. Methuen & Co. LTD, London, (1953).
6) RUTTNER, F.: Grundriss der Limnologie 232 S. Walte de Gruyter. & Co., Berlin (1952).
7) BURLEW, J. S., Ed.: Algal culture; From laboratory to pilot plant pp. 357. Carnegie Inst. of Washington, Publ. No. 600, Washington, D. C. (1953).
8) 松江吉行・平野礼次郎：陸水雑 **17**, 133～140 (1955).
9) VERDUIN, J.: Ecology **37**, 40～50 (1956).
10) 里見至弘：未発表.
11) WELCH, P. S.: Limnology pp. 471. Mc Graw-Hill, New York, (1952).
12) MATIDA, Y.: Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. **6**, 27～39 (1956).
13) MORTIMER, C. H.: Fertilizers in fishponds. pp. 155. Her Majesty's Stat. Office, London, (1954).
14) MAGEE, W. E. & BURRIS, R. H.: Am. J. Botany **41**, 777～782 (1954).
15) FOGG, G. E.: Ann. Botany **13**, 241～259 (1949).
16) GEITLER, L. & PASCHER, A.: Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 12, 481 S. Gustav Fischer, Jena, (1925).
17) MATIDA, Y.: Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. **2**, 1～10 (1953).

# ブリの成長と年令に関する研究—II.
## 鰓蓋骨による年令査定*

三谷文夫・佐藤哲哉**
(京都大学農学部水産学教室)

# Studies on the Growth and Age of the Yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Found in Japan and the Adjacent Region—II.
## Estimation of Age and Growth from the Opercular Bone.

Fumio Mitani and Tetsuya Sato
(Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru)

In the present work, the opercular bones are used for the age estimation of the yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S. One of the objectives of our work is to determine whether or not the opercular bone can be used for estimating the age of this species, and we have found the bone to be extremely suitable to our particular requirement of analysing the growth of the fish, and in some cases the bone is preferable to scales for the purpose intended, although scales still remain most widely used for the age estimation of the fish owing to their having clear structure in their younger stages and our sampling methods from the fish body being simple.

We have examined the opercular bones both right and left of the 435 yellow-tail, which were caught in Wakasa Bay during the period from November, 1956 to January, 1958. The opercular bone has alternating bands of translucent and opaque character, as seen in Fig. 7. These characteristic lines marked between the two bands we call here operculum marks. Our successive collections of the bone all through the year have led us to believe that the operculum mark is formed every winter; in other words, most of the samples collected seem to have had their operculum marks formed in December, January and February (Fig. 2). But the first mark can hardly be seen in the fish larger than about 30 cm. in length owing to many keels radiating from the junction of the bone with the hyomandibular bone to the posterior. Therefore, in the case of older fish, it is necessary for us to add one more mark to the observed ones for the accurate estimation of the age of the fish.

Table 2 gives the sizes of the fish as they are estimated from the operculum marks, and Fig. 5 is obtained by plotting them. In Fig. 5 the sizes of the fish with the marks formed are given as follows: the fish is about 19 cm. in fork length when its first operculum mark is formed; about 43 cm., in the second mark formation; about 59 cm., in the third: about 71 cm., in the fourth; about 79 cm., in the fifth and about 85 cm., in the sixth; respectively.

In Fig. 6 is shown the average growth curve obtained from Fig. 5, which shows that the fish respectively attains about 29 cm. in fork length in a year; about 49 cm. in two years; about 63 cm. in three years; about 73 cm. in four years; about 81 cm. in five years and about 86 cm. in six years.

1958 年 11 月 24 日受理
* 文部省科学研究費（各個研究）による。
** 現在は西海区水産研究所

## 緒　　言

魚類の年令査定に際して，鰓蓋骨は他の諸形質，たとえば，鱗・耳石・脊椎骨ほどには一般に利用されていない。しかし，この形質がある魚種にとつて優れた年令形質であることはいままでにも認められている[1,2]。筆者もブリの鰓蓋骨を観察して，これがこの魚種の年令査定には充分役立つことを知つたので，それによつてこの魚種の成長状態を推測した。用いた材料は1956年11月から1958年1月までの1年3カ月間に若狭湾から漁獲された435尾で，それらの体長ひん度分布をFig. 1に示した。

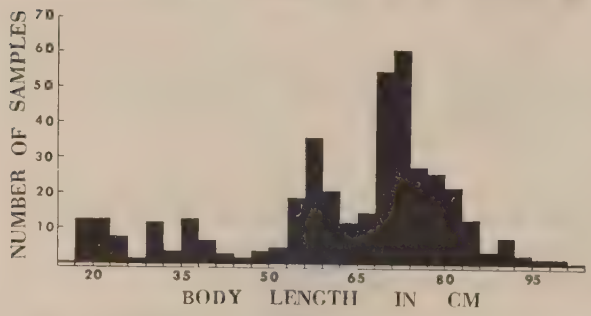



Fig. 1. Showing the size frequency of the yellow-tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., used in the present investigation.

資料（魚体）は統計学的に無作為に採取されたものではないから，Fig. 1は必ずしも漁獲物の正確な体長ひん度分布を与えるものではないが，この地方における大体の傾向を示しているものと思われる。そして，これらの魚体から得られた左右各々1個の主鰓蓋骨を充分に煮沸して肉質部や汚物を除去した後，室温にて風乾したものについて観察した。なお，体長は前報と同様，尾叉長を用いた。

この報告をなすに当り，論文を校閲していただいた当教室松原喜代松教授ならびに研究の途上において種々重要なる助言を与えられた落合明講師に対してそれぞれ深甚の謝意を表したいと思う。

## 鰓蓋骨の性状

年令査定には4鰓蓋骨のうち主鰓蓋骨が最も適当である。その表面には，舌顎骨との関節部附近から後方に向う多数の放射状条溝と後縁に平行して走る多数の細い成長線とが認められる。そして，成長線の密な部分は白濁した不透明帯となり，粗な部分は透明帯となつて，両帯は交互に存在している。透明帯と不透明帯との境界は多くの個体において比較的明りようで，この境界線は1つの目印になる（以下，便宜上，これを輪紋と称することにする）。ただし，個体によつては，これら輪紋の中間において，この輪紋よりは不明りようではあるが，同じような紋様を持つているものもある。輪紋は材料が新鮮で，まだぬれたままの時には最も明確に認められるものであるが，乾燥後かなりの日数を経過しても，測定に支障を来たすことはない。もし不明確になれば石油ベンジンに3～4日浸すとふたたび明りように現われる。なお，これら各種の模様は同一個体においては左右はきわめてよく一致しているが，この研究では各個体の測定値は左右1対の平均をもつてした。そして，この輪紋に着目して，これが年令形質として有用であるかどうかを調べてみる。

## 輪紋形成時期の推定

まず，輪径の取り方としてはFig. 7に示すように，舌顎骨との関節部を測定の原点として（成長の中心が外形的には見付けにくいので），体軸にほぼ平行に各輪紋まで測つた距離をもつてし，それを $r_n (n = 1, 2, 3, \cdots\cdots)$ で表わす。また，後縁まで測つたそれを主鰓蓋骨長として $R$ で表わすことにする。

さて，これらの輪紋が年令形質として役立つためには，それらが定期的に形成されることが必要である。そこで，それを検定するために，遅端成長率 $\alpha = (R - r_n)/(r_n - r_{n-1})$[3]の周年変化を調べてみる。ここで，$n$ は最外輪の輪数である。輪紋は第2輪・第3輪および第4輪が最も明りようで，そのため，測定上の誤差も少なく，また，その個体数も多いので，3輪群および4輪群について，$\alpha$ の値を求めた。そして，$\alpha$ の月別ひん度分布（$\alpha = 0.1$ 間隔）の周年変化を，1956年11月から1957年10月までの満1カ年間にわたつ

て得た資料により図示したものが Fig. 2 である。

資料を採取するに当つて，そのときの漁況[4]の影響を受けているので，各月とも必ずしも充分な資料数ではなく，特に，夏から秋にかけては著しく少ない。ところで，相続く年間成長量の比，すなわち，$(r_n-r_{n-1})/(r_{n-1}-r_{n-2})$ の値は，その魚種の成長が一定の成長法則に従うものならば，$n$ の大きさには関係なく一定で，いまの場合，後述 (Fig. 4) するように約 0.71 である。したがつて，$\alpha$ の値は一般的には 0.71 よりも小さいはずであるのに，それよりも大きい値をとる個体もいくらか認められる。これは辺端附近に形成された直後の輪紋は見分けにくいことによる輪紋読取上の誤認もあろうし，また，このように成長のよい個体も実際にあつたためである。以上のような不充分な点はあるけれども，Fig. 2 を見ると輪紋形成の大体の傾向を知ることができる。すなわち，10 月頃には $\alpha$ のモードは極大に近づき，12 月頃から既に輪紋の形成された個体が現われはじめ，1 月頃が最も多く，2・3 月頃にもまだ認められる。そして，4 月には $\alpha$ の値はかなり大きくなり，5 月・6 月とそのモードはさらに大きい方へ移行していく。以上のことから，主たる輪紋の形成期は 12・1・2 月頃であると思われるが，一部は 3 月に入つても形成されるようである。したがつて，春から秋にかけて成長は最も盛んで透明帯が現われ，中冬から初春の候には成長がおとろえて不透明帯が現われることになる。このことは，木村[5]が相模湾や駿河湾で漁獲されたブリについて観察した事実ともほぼ一致している。

以上のことから，この輪紋は定期的に，ある特定の季節に形成されるので，これを年令形質として用いることができる。

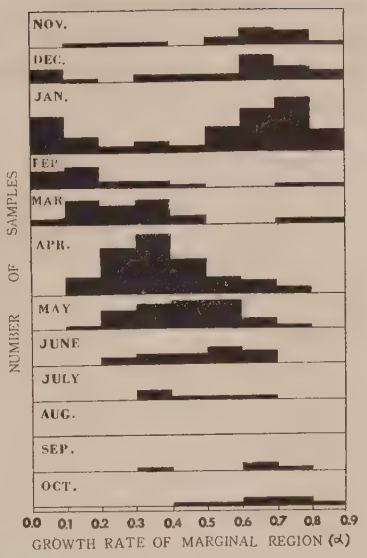



**Fig. 2.** Showing the monthly change of frequency distribution of growth rate of marginal region ($\alpha$) of opercular bone with 3 or 4 marks, during one year from November, 1956 to October, 1957. $\alpha=(R-r_n)/(r_n-r_{n-1})$: $R$, operculum size measured horizontally from the articulation of the bone with the hyomandibular to the posterior margin of operculum; $r$, mark size measured as same as in $R$.

## 各輪紋の平均輪径

主鰓蓋骨の輪紋と魚体の年令との関係を見るために，測定された輪紋の総計 789 本について，輪径のひん度分布 (0.25 cm 間隔) を求めると Fig. 3 に示すとおりになる。

Fig. 3 を見ると，まず，明らかに 3 個のモード，すなわち，3.26～3.50 cm，4.76～5.00 cm，および 5.76～6.00 cm が存在することが認められる。ところで，体長 30～40 cm よりも大きい魚体の主鰓蓋骨では，測定の原点附近にある多数の放射状条溝のために，幼稚魚期の模様をうかがい見ることができない。しかし，体長 20～30 cm の幼魚のそれでは，条溝の発達が少なく，かつ弱いために，若令期の模様を比較的よく見ることができる。それによると，このような幼魚にも輪紋らしいものが認められる。Fig. 3 における輪径 1.00～2.50 cm の部分は前記のような魚体の主鰓蓋骨から測定されたものであ

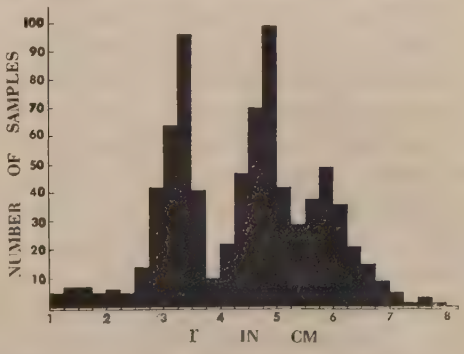



**Fig. 3.** Frequency distribution of the mark size measured horizontally from the articulation of the bone with the hyomandibular to each operculum mark ($r$).

る。これらは測定尾数が少ないためにモードの形をなさないけれども，このあたりに，やはり，もう1個の輪紋が存在するのであろう。もし，そうであるとすると，大きな個体での見掛け上の第1輪は実際には第2輪に当ることになる。それゆえ，各個体の輪数を数えるに当つては，このような事情を考慮して判定することにした。

**Table 1.** Mark size in each mark group (method of measurement is the same as in Fig. 2). Number of samples is parenthesized in the first column. Lower sections of the second column remain blank, since the first mark is difficult to be measured in the fish older than two years. Standard deviation ($s$) of $r_6$ is not calculated on account of a small number of samples.

| No. of marks \ $r_n$ (cm) | $r_1$ | $r_2$ | $r_3$ | $r_4$ | $r_5$ | $r_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I (19) | 1.48 | | | | | |
| II (81) | 1.91 | 3.02 | | | | |
| III (127) | ··· | 3.28 | 4.57 | | | |
| IV (108) | ··· | 3.40 | 4.76 | 5.76 | | |
| V (38) | ··· | 3.69 | 4.66 | 5.72 | 6.43 | |
| VI (9) | ··· | 4.06 | 4.72 | 5.54 | 6.43 | 6.98 |
| Range | 1.05 – 2.60 | 2.35 – 4.06 | 3.76 – 5.37 | 5.02 – 6.44 | 6.02 – 7.11 | 6.52 – 7.32 |
| Mean ± $s$ | 1.60 ± 0.37 | 3.24 ± 0.30 | 4.69 ± 0.29 | 5.75 ± 0.33 | 6.44 ± 0.27 | 7.01 |
| Total number of samples | 26 | 307 | 278 | 151 | 43 | 9 |

さて，この Fig. 3 によつて，主鰓蓋骨における各輪紋までの概略の長さを知ることができるけれども，さらに正確に知るために，輪数を異にする個体群ごとに各輪径を求めると Table 1 に示すようになる。ただし，前述したように，大きい個体（大体において3輪以上を有するもの）では第1輪は確認が困難なために測定できなかつた。したがつて，その欄は空白のままである。また 5, 6 輪を有する高令魚では，第2輪も多くは放射状条溝に覆われて不明りようになつてくるのでこのような個体では第2輪までの長さをも測定から省いた。

Table 1 を見ると，第2輪では反 LEE の現象[6]が見られるが，第4輪では LEE の現象が見られる。その他の輪紋ではっきりした傾向は認められない。結局，この測定結果では，全体を通じての一般的な法則性は認めにくいので，各輪毎に一括してその平均輪径を求めた。それらの値を Fig. 3 における輪径ひん度分布と対照してみると，各輪径はそれぞれ各モードとほぼ対応していることがわかる。そして，これら輪径の定差図[7]を描くと Fig. 4 を得る。

Fig. 4 を見ると，第1点 A を除いて他の4点 B・C・D および E はほぼ同一直線上に並ぶことが認められる。そして，この直線の勾配は 0.71 で，これが前に述べた年間成長量の比の値である。

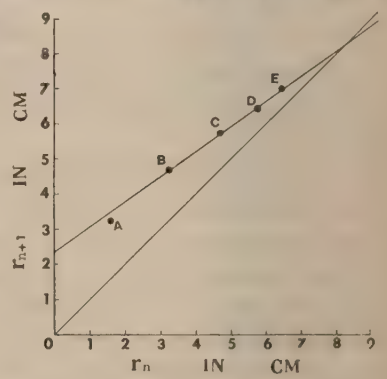



**Fig. 4.** WALFORD's growth transformation of operculum mark size, based upon the data in Table 1. Mark sizes $r_1, r_2, \cdots\cdots, r_n$ are plotted along the x-axis against mark sizes $r_2, r_3, \cdots\cdots r_{n+1}$ along the y-axis, respectively.

### 各輪紋形成時の計算体長

前節で各輪紋までの平均輪径が求められたので，つぎに，それらが形成されたときの魚体の大きさを推定する。いま，主鰓蓋骨長 ($R$) と尾叉体長 ($L$) との関係を求めると，両者の関係は次の指数函数で表わされる。すなわち，

$$L = 14.84 \times R^{0.8950} \quad \cdots\cdots (1)$$

$L$: 尾叉体長 (cm)

$R$: 主鰓蓋骨長 (cm)

そこで，Table 1 における各 $r_n$ の平均値を前記 (1) 式の $R$ に代入して，各 $l_n$ の値を求めて表示したものが Table 2 である。なお，Table 2 における各 $l_n$ の範囲は $(r_n \pm 3s)$ を計算して理論上 99.7% の体長分布範囲を示した。

**Table 2.** Estimated fork length of the fish at the time when each mark on operculum is formed, calculated from Table 1. Range is given by calculating $(r_n \pm 3s)$ in Table 1.

| Item \ $l_n$ (cm) | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ | $l_5$ | $l_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 22.6 | 42.5 | 59.2 | 71.0 | 78.6 | 84.8 |
| Range | 9.9–36.2 | 31.8–52.9 | 49.3–68.9 | 61.0–81.9 | 69.7–87.4 | 82.5–90.6 |

Table 2 の値によつて体長の定差図を描くと Fig. 5 を得る。

Fig. 5 において，最下方にある A 点を除くと，残りの 4 点 B・C・D および E は輪径におけるそれらと同様にほぼ同一直線上に並ぶ。それら 4 点を通る直線 $P_0P$ が横軸と 45° の勾配をなす直線と交わる点 P によつて与えられる極限体長は約 98 cm ということになる。

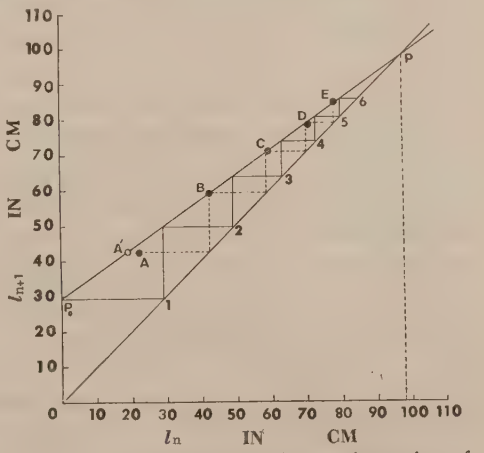



**Fig. 5.** WALFORD's growth transformation of body size, based upon the data in Table 2. The points of A, B, C, D and E are plotted as the same as in Fig. 4, based upon the data in Table 2. Solid circles represent the observed data. $P_0P$, a straight line through the four upper points. 1, 2, 3, ····, 6 give the fork length (cm.) at each full age. A′, correction of A for deviation from $P_0P$.

### 論　　議

Fig. 4 や Fig. 5 の定差図を見ると，4 点 B・C・D および E はほぼ同一直線上に乗つているから，これは一定の成長法則に従うものと思われる。したがつて，第 1 点 A も，元来，その直線上に乗ることが期待される。しかし前記の図では，これがやや右方の大きい方へずれているのは，はじめにも述べたように，第 1 輪は小さくてその確認がやや困難なため，とかく，大きいものだけが測定され勝ちで，そのうえ，第 1 輪の測定尾数も多くないので，これらの偏りが主な原因となつて幾分過大な結果を得たのであろうと思われる。それゆえ，Fig. 5 の A 点は A′に補正されるのが妥当であろう。以上のことを考え合わせて，結局，各輪紋が形成されるときの体長は，Fig. 5 から，第 1 輪は平均して約 19 cm（もし，形成されるとすれば），第 2 輪は約 43 cm，第 3 輪は約 59 cm，第 4 輪は約 71 cm，第 5 輪は約 79 cm，第 6 輪は約 85 cm ということになる。したがつて，若狭湾

で漁獲されるリは，Fig. 1 から，4才魚が最も多く，次いで，3才魚および5才魚が，それぞれ，魚獲の主な対象になつているものと思われる。

また，Fig. 5 から，満年令におけるそれぞれの体長を推測すると，生後満1年で約 29cm，満2年で約 49cm，満3年で約 63cm，満4年で約 73cm，満5年で約 81cm，満6年で約 86cm に達するものと思われる。これによつて描かれた平均成長曲線が Fig. 6 である。

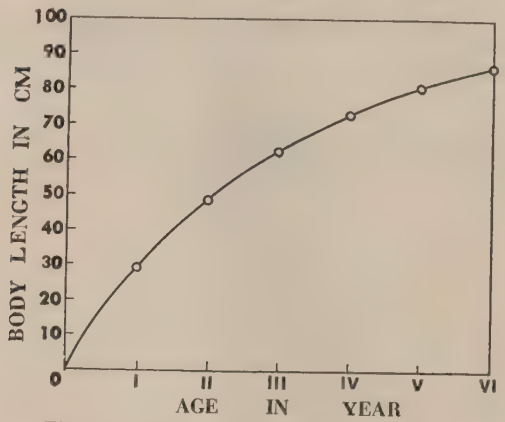



Fig. 6. The average growth curve of the yellow-tail.

なお，年令形質としての鰓蓋骨と鱗とを比較してみると，前者は後者よりもはるかに大きいから測定が容易であること，また，輪紋が比較的明瞭で読み取りに個人的誤差が入る可能性が少ないこと，さらに左右2個に限られているため，同一個体からの多数の資料について輪紋の相似性を検討する必要がほとんどないことなどの諸点において前者の方が優れている。それゆえ，結果の信頼性も相当高いであろう。ただ，欠点としては，魚体が大きくなるにつれて若令期の輪紋(特に第1輪)が見えにくくなることである。しかし，1年未満のものは実際にはあまり問題はないから，ブリの主鰓蓋骨は年令形質として，やはり，優れたものといえよう。Fig. 7 は 2・3・4 輪を有する主鰓蓋骨（左側）の1例であり，また，輪径の測り方をも示したものである。

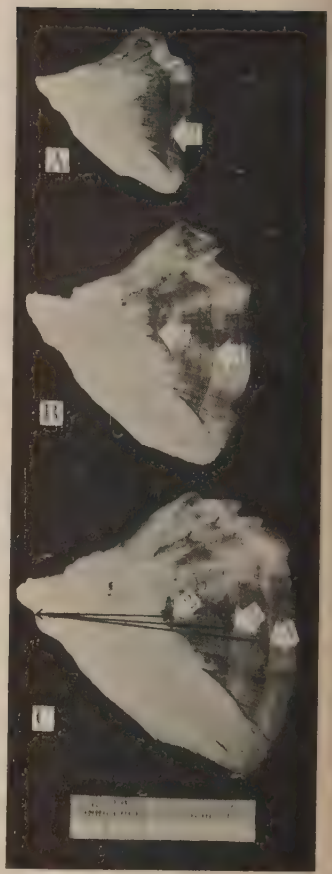



Fig. 7. Opercular bones of yellow-tail in different ages.
The arrows point mark size measured from the articulation of the bone with the hyomandibular to each mark. A, collected in Aug. 13, 1957, 48.5 cm. in fork length, with 2 marks; B, Jan. 28, 1958, 70.0 cm., with 3 marks; and C, Dec. 26, 1957, 78.0 cm., with 4 marks.

## 文　献


1) MENON, M. D.: *Jour. du Conseil*, **16** (3), 311～335 (1950).
2) BARDACH, J. E.: *Copeia*. 1955, (2), 107～109 (1955).
3) 米盛　保・相川広秋：対馬暖流開発調査第4回シンポジウム発表論文集，283～306 (1956).
4) 三谷文夫：本誌，**24** (3), 176～181 (1958).
5) 木村喜之助：水試報告，(8), 71～87 (1937).
6) KUBO, I., H. UEMOTO and K. WATANABE: *J. Tokyo Univ. Fish.*, **40** (1), 1～13 (1953).
7) WALFORD, L. A.: *Biol. Bull.*, **90** (2), 141～147 (1946).

# 血合筋肉の化学的研究—X.
## ミオグロビンの新定量法*

松浦文雄・橋本周久
(東京大学農学部)

# Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—X.
## A New Method for Determination of Myoglobin

Fumio Matsuura and Kanehisa Hashimoto

A new method for the determination of fish myoglobin (Mb) was offered, which is based on a difference in heat coagulability between Mb and hemoglobin (Hb)[16] (see Table 3). The procedure is as follows:

Muscle is ground with dry-ice, extracted with distilled water, and both pigments are converted to cyanmet form with a trace of ferricyanide and KCN. The solution is then mixed with 1/3 volume of 10% basic lead acetate solution and precipitates are centrifuged off. To the supernatant a phosphate buffer (pH 6.7) is added to obtain a final concentration of 0.2 M and precipitates are centrifuged off. After an addition of 3 mg. KCN per 5 *ml*. of the solution, the solution is heated for 5 min. at a given temperature (see Table 3) under the condition described previously[16]. Coagulated Hb is centrifuged off, and Mb in the supernatant is measured spectrophotometrically (Method **2・2**).

Met form was found not to be suitable because of a partial denaturation caused by basic lead acetate, especially in the presence of excess ferricyanide (cf. Figs. 2 and 3). Total amount of the two pigments in muscle was estimated as cyanmet derivatives, using small portion of the extract.

Results obtained on some kinds of fish are shown in Table 2, together with recovery of pure preparations added. As seen in Tables 1 and 2, most of the water-soluble pigments are Mb both in red muscle and in ordinary muscle, contrary to the previous quantitative results[1] on Mb obtained by Drabkin's method[3], which was found to give lower values in the case of fish Mb owing to its characteristic properties such as solubility and behavior to basic lead acetate. In the cases of Mb-rich muscles (e. g., red muscle of tuna), extracts can be diluted to a farther extent and so the deproteinization process can be omitted (Method **2・1**). Results obtained by this convenient method are shown in Table 1.

A spectrophotometric method for simultaneous determination of Mb and Hb (Methods **1・1** and **1・2**, refer to Fig. 1) was found not to be usable in the case of fish extract, because of the too slight spectral differences between these pigments.

著者らは先に種々の魚類筋肉中の hemoglobin (以下 Hb と略記す) と myoglobin (Mb) との分布を測定し，血合肉では Hb 及び Mb の量が相匹敵し，普通肉では両色素蛋白共血合より遙かに少なくその量的割合は Hb の方が大きいことを報じた[1]。この際の定量法は Hb と Mb との合量を pyridine hemochromogen 法[2] で求め，一方 Mb を Drabkin 法[3] によつて定量し，この差を以つて Hb 量と見做したものである。梅村ら[4] も上記とほぼ同一の結果を報じているが方法は恐らく同様と思われる。この Drabkin 法は筋肉水抽出液の塩基性醋酸鉛による除蛋白，3 M phosphate buffer による Hb の選択的塩析を主な内容とし

1958 年 7 月 4 日受理

* 本報告の一部は昭和 30 年 10 月 28 日及び同 31 年 10 月 10 日日本水産学会大会にて講演した。

ている。しかし本法は元来人，馬等高等動物肉を対象とした方法であり，その後魚の特異性例えば可視部吸収スペクトルが馬等の Mb と可なり異なること[5]，或いは魚 Mb は馬 Mb よりも濃厚な phosphate 溶液中の溶解度が著しく小さいこと[6] 等が明らかにされ，DRABKIN 法は魚類の場合には不適当なことが判つた。のみならず DRABKIN 法における条件で塩基性醋酸鉛による除蛋白処理をすることは Mb に多少の損失を与えること，従つて本法自体の中にも問題とすべき点があることを知つた。これらの理由から前述の魚肉での結果[1]と陸上動物に就いてであるが肉色の主体は Mb にありとする既往の報告[7,8]との間の矛盾は DRABKIN 法による魚肉 Mb の定量値が著しく過小であつたことの誤りに起因すると考えられる。そこで魚類の場合に適する何らか別途の定量法を見出したいと考え，諸種の方法を検討の上，熱凝固性の差を利用する一新定量法を案出し，更にこれによつて魚肉中の色素分布を再検討したので以下その概要を報告したい。

## 実 験 の 部

### 1. Mb と Hb のスペクトルによる同時的定量法の検討

筋肉中の Mb の定量法としては前記の DRABKIN の方法以外にもアルカリに対する Mb, Hb の抵抗性の差を利用する方法[9] があるが，報告者自身も純粋溶液の場合のみ適用可能なことを述べており，また鯨肉の色素蛋白についての石田[10]の研究によつても実用に不適当なことが指摘されている。そこで先ず陸上動物肉についてしばしば用いられる所の Mb, Hb 両者間の吸収スペクトルの差を利用する両者の同時的測定法につき検討した。この方法では色素蛋白の誘導型態として普通 oxy 型[7,8]，或いは carbonyl 型[2,11] が用いられている。しかし oxy 型の採用は Hb ではさ程でもないが Mb の場合には特に met 型に化し易い性質があるために到底好結果を期待し難いので，次の 2 型についてのみ検討を行つた。

#### 1・1 Carbonyl 型による方法

魚類の場合は陸上高等動物と異なり Mb と Hb の carbonyl 型の可視部吸収極大が殆んど同一の波長（$\alpha$ 極大 568 m$\mu$, $\beta$ 極大 538 m$\mu$）に現われるが，これらの極大におけるそれぞれの吸光度には明らかな差異が認められる[5,12]。従つて $E_{538\,m\mu}/E_{568m\mu}$ の比率と両色素蛋白の混合割合との関係を示す計算図表を用意して置けば任意の溶液中の両者の混合割合を直ちに知り得る筈である。また本溶液中の各色素蛋白の絶対量は一つの吸収極大における読みと両色素の分子吸光係数並びに上述のようにして求めた両者の混合割合とから容易に算出し得る理である。なお濃度の算出は以下すべて DRABKIN[13] の報じている cyanmet Mb (MMbCN) 及び cyanmet Hb (MHbCN) のミリ分子吸光係数 $\epsilon_{540m\mu} = 11.3$（分子量 16,400 として）及び 11.5 (Fe 1 原子当りの分子量を 16,700 として) に基いて行つた。

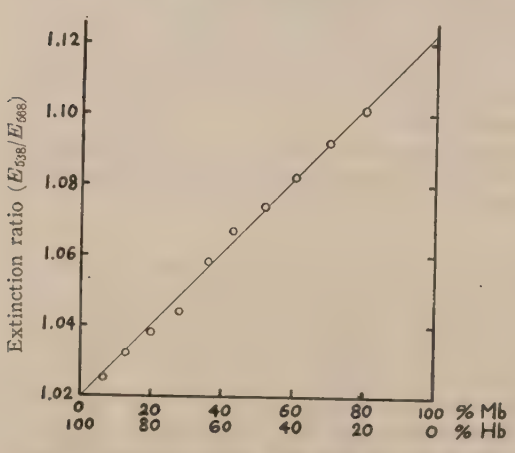



**Fig. 1.** Extinction ratio of optical density at 538 m$\mu$ ($\beta$ max.) to that at 568 m$\mu$ ($\alpha$ max.) of mixture of swordfish carbonyl-Mb and -Hb.

**実験：** 試料としてマカジキの Mb, Hb 純粋標品を用い各単独の溶液の $E_{538m\mu}/E_{568m\mu}$ の値に基いて前記の如き計算図表を作成した (Fig. 1)。次いで両色素蛋白の種々の割合の混合溶液について測定した処，測定値はほぼ図表の直線上にのり良好な結果を収めた。そこで本法を筋肉抽出液に試みるべくマカジキ血合肉を水抽出後，色素蛋白をすべて carbonyl 型と化し，$\beta$, $\alpha$ 両極大の吸光度の比を測定した処 1.151 の値を得，100% Mb の場合の 1.123 を遙かに凌駕し，他物質による吸光影響の大きいことを示した。なおこの際，完全な透明溶液を得るため種々の buffer による pH の調整，或いは BOWEN[14]

の記載に従つて 56°C の水浴中で微濁の生成するまで加熱し沪過する処理，或いは塩基性醋酸鉛による除蛋白等をも試みたが何れの場合も満足すべき結果は得られなかつた。

**1・2 還元型による方法**

Mb, Hb 両者の吸収極大の波長 555 mμ 及び Hb の極小波長 475 mμ における両者の吸光度の差異を利用し，上記と全く同様の原理でマカジキにつき試験したが，この場合も純粋溶液の場合にのみ適用可能で筋肉抽出液では成功しなかつた。

魚類の場合これらの方法が成功を見ないのは Mb, Hb の吸収スペクトルの差異が馬等に比べて遙かに小さく，夾雑物質の影響が相対的に大き過ぎることに起因する。

**2. Mb, Hb の熱凝固性の差を利用する Mb の新定量法**

著者らは先に偶々魚の Mb と Hb とが熱安定性を異にし Mb は熱に対し遙かに安定なことを見ており[15]，この性質が Mb 定量に用いうるのではないかと考えて以下の研究を行つた。

**2・1 Met 型による方法**

加熱による Mb と Hb との分離に最適な誘導型態は met 及び cyanmet 型である[15]。そこで先ず met 型を利用する方法を試みた。

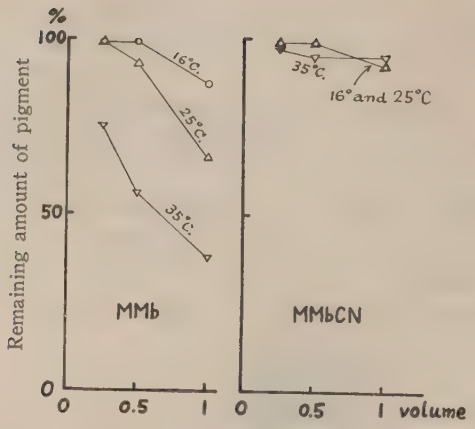
**実験:** 予備試験として純粋色素蛋白溶液における本法の適否を検した。即ちホンマグロの純粋 Mb, Hb 標品を用い，その種々の混合割合の水溶液を調製し，これに計算量の phosphate buffer (pH 6.7) を加えてその最終濃度を 0.2 M となる如くする。微量の赤血塩により色素蛋白を met 型と化した上，小型試験管に本溶液 5 ml を取り，前報[15]所載の方法で水浴 (60°C) 中 5 分間加熱した。buffer 及び加熱温度等は前報の結果に従つたものである。ここに生じた沈澱 (Hb) を除去後，上澄液中の残存色素蛋白を常法により cyanmet 型と化し BECKMAN spectrophotometer によつて測定した。かくして Mb の回収率を算定すると何れの場合も 98～99% であつて Hb と Mb との混合割合が 2 : 1 にも達するような多量の Hb を含む場合でも Mb の定量には殆んど影響のないことが判つた。

次に本法を筋肉抽出液に試みた。即ちホンマグロ血合を dry ice と磨砕後色素蛋白のスペクトル分析に適した濃度とするため 5～10 倍量の水で抽出し，buffer の添加以下上記と全く同様にして Mb を定量した。なお同時に既知量の純粋 Mb, Hb またはその両者を加えた場合の添加色素回収率をも調べた。結果は Table 1 (Sample I) に示す如く回収率はほぼ満足すべきものであつた。これと同様のことをホンマグロ普通肉に試みた場合は色素蛋白濃度が血合に比して小さいので抽出用の水は血合の場合における程多量を用い得なかつた（実際には試料肉の半量を使用した)。従つて抽出液中に混在する他の可溶性蛋白の濃度は遙かに大となり，60°C の加熱に際して溶液全体がゼリー状となつた。この場合の添加 Mb の回収率は極めて悪く 50% 内外に止り，一方添加 Hb は計算上 10% 近くも残存するという結果に終つた。

**Table 1.** Mb and Hb contents in deep-seated red muscle of tuna, *Thunnus orientalis*, together with recovery of pigment preparations added to muscle extract. (Treatment with basic lead acetate was omitted. Refer to Method **2・1** in the text.)

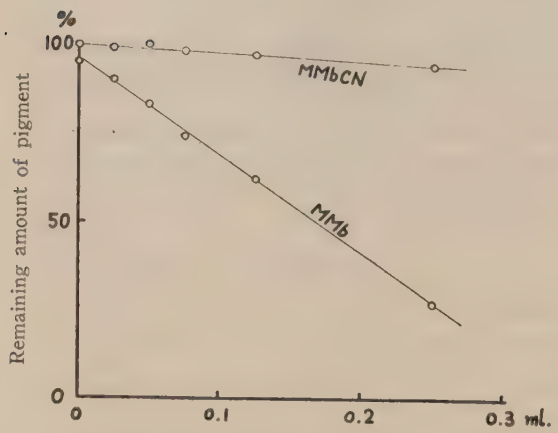
| Sample | Deriv. used | Temp. of heating (°C.) | g. per 100 g. fresh muscle: Total of Mb and Hb (a) | g. per 100 g. fresh muscle: Mb (b) | b/a ×100 (%) | Recovery of preparation: Mb (%) | Recovery of preparation: Mb and Hb (%) | Recovery of preparation: Hb (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | met | 60 | 3.61 | 3.41 | 94 | 97 | 99 | 0 |
| II | cyanmet | 70 | 3.73 | 3.13 | 84 | 98 | 98 | 0 |
| III | 〃 | 70 | 3.76 | 3.57 | 95 | 100 | 97 | 0 |

**塩基性醋酸鉛に対する Mb の挙動の吟味:** 上記の結果はマグロ血合の如く或る程度色素蛋白濃度の高い筋肉でなければ met 型を用いる上述の方法が適用できないことを示している。混在蛋白が Mb, Hb 両者の分離を阻害する機構については明らかでないが，何れにもせよこの影響を排除するには Mb 沈澱をせしめず，




10 % basic lead acetate solution added to 1 volume of Mb solution (concn. 0.12 %)

**Fig. 2.** Influence of basic lead acetate upon remaining amount of Mb at various temperatures. Mb solution was left standing for 10 min. with various amounts of lead acetate, denatured pigment was cetrifuged off, excess lead was removed with phosphate, and remaining pigment was estimated (autoxidized MMb was used).




1 % $K_3Fe(CN)_6$ solution added to 2 *ml.* of Mb solution (concn. ca. 0.3 %)

**Fig. 3.** Influence of potassium ferricyanide upon remaining amount of Mb. (10 % basic lead acetate solution of one half volume of Mb solution was used. Temperature 24°～25°C. Refer to Fig. 2 for the subsequent treatments.)

しかも他の蛋白の大部分を除く何らかの処理を考えねばならない。斯様な目的には塩基性醋酸鉛 (LAB) の使用が先ず考えられる。已に色素蛋白の LAB に対する挙動については，血液中の met Hb (MHb) が，これによつて定量的に沈澱せしめられること[16]，或いは met Mb (MMb) が高温 38°C では LAB によつて全部または一部変性せしめられるが室温では全くかかる現象の見られないこと[17]等が報ぜられているが，これらは何れも高等動物のものについての結果であり，仮令事実としても果して魚類の場合にもあてはまるか否かは判らない。そこで Mb の定量が当面の問題でもあるのでマグロ MMb につき以下の実験を行つた。即ち MMb（自動酸化せるもの）の水溶液にそれと同量に至るまでの種々の量の 10 % LAB 水溶液を加え種々の温度に 10 分間放置，遠心分離し，phosphate による除鉛後の MMb の残存率を同じく MMbCN と並べて測定した処，Fig. 2 の結果を得た。これによると何れの誘導型態でも LAB 添加量を増すと残存率が低下する傾向にあること，MMb は LAB と室温程度に放置しても残存率が可成り低下することが明らかになつた。一方 MMbCN では温度の影響は遙かに軽微であつた。次に筋肉抽出液を扱う場合に即して赤血塩共存下の LAB 処理の影響を同様にして検して Fig. 3 の結果を得，何れの誘導型態でも赤血塩添加量が増大すると Mb の残存率が直線的に減少するが，MMb に比べて MMbCN ではこの影響が少かつた。他方 Hb に関して行つた半定量的実験の結果によるとマグロ MHb は同 MMb よりも更に LAB によつて沈澱せられ易い。同じく cyanmet 型の場合も Hb は Mb よりは沈澱し易い。また赤血塩共存の影響も Mb の場合よりは著しかつた。しかし魚類 Hb についてのこれらの性質は筋肉抽出液から Mb を分離定量する上には却つて好都合である。要するに本試験の結果は met 型を本定量法に用いる場合，除蛋白に LAB を使用することは不適当なことを示しており，実際に定量に試みた場合も結果は思わしくなかつた。しかしここに偶々比較した cyanmet 型では LAB の影響が少く，このことは Mb 定量法に本型態を

利用しうる可能性を示唆するものである。

**2・2 Cyanmet 型による方法**

上記の結果に鑑みて次の如く色素蛋白を cyanmet 型にしてから LAB による除蛋白及びその他の処理を行う方法を試みた。尤もマグロ血合の如く Mb 含量の高いものでは LAB による除蛋白処理を省略し，抽出液中の色素蛋白を cyanmet 型と化したものの加熱のみによつて Mb を定量しうることは前項 met 型の場合と変らない (Table 1, Sample II, III)。

**実験:** 筋肉を前項と同様に処理して得た水抽出液にその 2 m*l* 当り 1 滴の 1 % 赤血塩水溶液及び微量の KCN を加えて色素蛋白を cyanmet 型と化した上，その 1/3 容の 10 %LAB 水溶液を混和し，生成する沈澱を遠心分離して除去し，上澄の一部を秤取して phosphate buffer (pH 6.7) を攪拌しつつ加え，buffer の最終濃度を 0.2 M となる如くする。生じた沈澱を遠心分離によつて除き，上澄に再び KCN (溶液 5 m*l* 当り 3 mg) を加え，以後の加熱その他の操作は前項と全く同様にして Mb の定量を行つた。但し Hb 除去のための加熱温度は前報[15]の結果に従い，それぞれの魚種に適当な温度を選んだ。なお cyanmet 型と化した原試料溶液の一部につきそのまま 540 m$\mu$ の吸収極大における吸光度を測定し，この値と Mb に基く吸光度との差から Hb 量を算定した。斯くして種々の魚肉につき両色素蛋白の定量を行い，同時に Mb, Hb の純粋標品を試料に添加した場合の回収率をも測定した。この場合の色素添加量は筋肉中の色素蛋白合計量とほぼ同量程度とした。結果を Table 2 に示す。

**考察:** 試料色素溶液中に他の蛋白乃至塩類が混在する場合，色素蛋白の熱凝固温度が何らかの影響を受けるものと考えねばならない。著者らの経験によれば Mb の場合その純粋溶液よりもやや低温側に移るようである。ここに除蛋白のために用いた LAB の量は一応 MMbCN に損失を与えないような限度内で選んだ

**Table 2.** Mb and Hb contents in red muscle and ordinary muscle of fish, together with recovery of pigment preparations added to muscle extract. (Refer to Method **2・2** in the text.)

| Kind of fish | Kind of muscle* | Temp. of heating (°C.) | g. per 100 g. fresh muscle | | b/a ×100 | Recovery of preparation | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Total of Mb and Hb (a) | Mb (b) | | Mb | Mb and Hb | Hb |
| | | | | | (%) | (%) | (%) | (%) |
| *Thunnus orientalis* | DRM (sample I) | 70 | 3.73 | 3.06 | 82 | 98 | 100 | 0 |
| | 〃 ( 〃 II) | 〃 | 3.76 | 3.51 | 93 | 99 | 96 | −3 |
| | OM ( 〃 I) | 〃 | 0.49 | 0.50 | 101 | 98 | 101 | 0 |
| | 〃 ( 〃 II) | 〃 | 0.59 | 0.59 | 100 | 96 | 97 | 3 |
| *Katsuwonus vagans* | DRM | 68 | 1.70 | 1.61 | 95 | 101 | 103 | 1 |
| | OM | 〃 | 0.14 | 0.136 | 97 | 98 | 98 | 0 |
| *Makaira mitsukurii* | RM | 72 | 1.56 | 1.39 | 89 | 96 | 96 | 3 |
| | OM | 66** | 0.05 | 0.04 | 80 | 95 | 102 | 2 |
| *Seriola quinqueradiata* | RM (sample I) | 68 | 0.80 | 0.795 | 99 | 103 | 103 | 1 |
| | 〃 ( 〃 II) | 〃 | 0.56 | 0.54 | 96 | 101 | 103 | 1 |
| | OM | 〃 | 0.03 | 0.03 | 100 | 100 | 98 | −3 |
| *Scomber japonicus* | RM | 68 | 0.89 | 0.75 | 84 | 97 | 96 | −3 |
| | OM | | (0.003) | | | | | |
| *Cololabis saira* | RM | 64 | 0.48 | 0.39 | 81 | 94 | 96 | 4 |
| | OM | | (0.014) | | | | | |
| Horse | shank | 78 | 0.34 | 0.31 | 90 | 94 | 106 | 5 |

* DRM: deep-seated red muscle, OM: ordinary muscle, RM: red muscle.

** At higher temperatures of heating, recovery of Mb added was only poor.

が，加熱に際し溶液がゼリー状となる現象は唯一例マカジキ普通肉に見られたのみであり，総体的には添加色素の回収率の良好なことからも除蛋白の目的はほぼ達成し得ているように思う。

本定量法で考慮を要するもう一つの点は前報[15]に述べた如く魚種によつては MHbCN の本実験条件下における如き熱凝固がある温度以上になると平衡状態に近くなり，必ずしも Hb の全量が除去されないということである。しかしこの加熱後に残存する Hb 量は多い場合でも加熱前の量に対し数%を出でず，しかも Table 2 に示せる如く筋肉中の Hb 量は Mb に比して著しく小さいこと，或いは前述の如く MHbCN は LAB 処理によつて相当量が沈澱し去つており，従つて加熱処理に付すべき溶液中の Hb 量は更に少なくなつていること等の理由から上記の難点は実際上問題としなくても良いと考えられる。Table 2 中 Hb の残存率にやや大きいものが見出されるが，これは添加回収率試験において添加した Hb 量が筋肉中の Mb とほぼ同量程度の大量を用いたことにもよるであろう。なお色素蛋白全量を求めるに当つて便宜上採つた上記の cyanmet 型を利用する方法は DE DUVE[2] の pyridine hemochromogen 法による値よりもやや小さいが，pyridine hemochromogen の分子吸光係数として PAUL[18]の与えている 34.74 ($\alpha$ 極大，557 m$\mu$)，及び 9.98 (極小，540 m$\mu$) を採用すれば両法による値は殆んど一致する。

## 総　括

以上の如く前報[15]所載の条件下での cyanmet 型における両色素蛋白の加熱凝固温度を予め明らかにして置けば，この温度差を利用して魚類筋肉中の Mb, Hb の含量を知ることができるが，この際各魚種を通じて共通な加熱温度を用いることができるならば本法の実用性は更に大きくなる訳である。今この加熱に適する温度を各魚種の両色素の met 及び cyanmet 両型につき調べて見ると Table 3 の如くなり，met 型では共通加熱温度を求め得ないが，cyanmet 型では先ず Mb に凝固を来さないという観点のみからは 68°C 以下であることを要し，Hb の凝固が終るという観点のみからは 70°C 以上であることを要する。従つて斯様な都合のよい共通温度は存在し得ないことが判る。処で Table 2 中のマカジキ普通肉の例で加熱温度 66°C を用いた理由は 70°C 加熱では前記の如く溶液のゼリー化の現象が見られ添加色素蛋白の回収率が良好でなかつたためこの温度で試みたものであるが，これによつて回収率を改善し得たことは純粋 Hb の凝固完了温度よりある程度までは低温側を採用しても大過ないこと，従つて前項の考察で述べたところが不当ではないことを示すものと考える。斯くしてここに挙げた魚種の範囲内では少くとも 68°C を上記の共通温度として選び得るよう思う。なお共通温度の問題については今後多数の魚種につき精査の上決定したい。

**Table. 3** Temperatures at which Hb coagulates practically completely (marked A) and at which Mb is going to coagulate (marked B), when solutions of pure preparation of each pigment are heated under a fixed condition[15].

| Kind of fish | Met form | | Cyanmet form | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | A | B |
| *Thunnus orientalis* | 56°C. | 66°C. | 66°C. | 74°C. |
| *Katsuwonus vagans* | 58 | 58 | 68 | 78 |
| *Makaira mitsukurii* | 64 | 68 | 70 | 78 |
| *Seriola quinqueradiata* | 52 | 54 | 66 | 68 |
| *Scomber japonicus* | 64 | 60 | 66 | 70 |
| *Cololabis saira* | 54 | 56 | 64 | 68 |
| Horse | 68 | 76 | 80 | 88 |

今回の定量結果は魚肉の場合も陸上動物肉の場合[7,8]と同様に肉色の主体は Mb にあり，特にマグロ，カツオ等の普通肉では水溶性色素蛋白の殆んどすべてが Mb であることを示している。血合の場合は Mb の割合がやや小さくなるが，なおかつ全量の 81～95% という高率を占めている。ここに先報[1]の魚肉中の Mb 定量値を訂正するものである。

血合中の定量値は試料により変動が多少大きい嫌いがあるが，これは血合においては血管分布が著しく発達しており，しかもこの分布が必ずしも均一でないこと或いは漁獲後の放血の程度の違い等によるものと思われる。なおここに用いた魚種は所謂赤身魚肉を有するものであつて白身魚肉の場合果して前記と同様のこと

がいえるか否かは未だ判らないが，或いは Hb 量が相対的に増大するかも知れない。しかしサバ，マンマ等の普通肉では種々の試みにも拘らず Mb, Hb の添加回収率を改善し得なかつたことからもうかがえるように色素蛋白濃度の極めて低いものへの本定量法の適用には一応の限界があるものと思われる。

なお参考に試験した馬の場合は Mb, Hb の添加回収率にやや難があるが牛肉の場合の文献値 (90～97 % (SHENK[7]), 91～94 % (WATSON[8])) にほぼ近い値が得られており，本法の陸上動物肉への適用の可能性を示唆している。

## 要　　約

i) 魚肉中の Mb, Hb の定量のため，両者の吸収スペクトルの差を利用する方法を試みたが，色素の純粋溶液の場合のみに適用可能なことが判つた。

ii) 両色素蛋白の熱に対する安定度の差を利用する Mb の新定量法を案出した。本法を筋肉抽出液に適用した場合の精度は可成り良好である。

iii) 本法による定量の結果は魚類血合肉では水溶性色素蛋白の 80 % 以上が，またマグロ，カツオ等の普通肉では同じく 90 数%以上が Mb であることを示した。

終りに臨み終始御助言と御激励とを賜わつた森高次郎先生並びに実験の一部を担当した春田直久氏に深謝する。尚本研究の費用の一部は文部省科学研究費によつて支払われた。記して謝意を表する。

## 文　　献

1) 松浦文雄，橋本周久： 本誌，**20**, 308 (1954).
2) DE DUVE, C.: *Acta Chem. Scand.* **2**, 264 (1948).
3) DRABKIN, D. L.: *J. Biol. Chem.* **182**, 317 (1950).
4) 梅村清彦他： 生化学，**26**, 423 (1954).
5) 松浦文雄，橋本周久： 本誌，**20**, 946 (1955).
6) 松浦文雄，橋本周久： 本誌，**22**, 408 (1956).
7) SHENK, J. H., HALL, J. L., and KING, H. H.: *J. Biol. Chem.* **105**, 741 (1934).
8) WATSON, R. H.: *Biochem. J.* **29**, 2114 (1935).
9) ROSSI-FANELLI, A.: *Bull. soc. chim. biol.* **31**, 457 (1949).
10) 右田正男他： "鯨肉及び drip 中の水溶性色素について".
11) POEL, W. E.: *Am. J. Physiol.* **156**, 44 (1949).
12) 松浦文雄，橋本周久： 本誌，**21**, 1158 (1956).
13) DRABKIN, D. L.: *Am. J. Med. Sci.* **209**, 268 (1945).
14) BOWEN, W. J.: *Feder. Proc.* **8**, 14 (1949).
15) 松浦文雄，橋本周久： 本誌，**24**, 730 (1958).
16) SCHÄFER, E. A.: Textbook of Physiol. Vol. 1, p. 241 (1898).
17) THEORELL, H.: *Biochem. Z.* **252**, 1 (1932).
18) PAUL, K.-G., THEORELL, H., and ÅKESON, Å.: *Acta Chem. Scand.* **7**, 1284 (1953).

# Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—II. Effect of Chemical Materials on the "Browning" Reaction

Yoshio NAGASAWA
*(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)*

In the previous paper[1], the comparison of the chemical composition was made between browned and normal canned crab. The MAILLARD reaction by which the protein or amino acids and aldehyde group in sugars in flesh are brought into combination with one another, was suggested as one of the causes for the "browning" of canned crab meat.

In the study reported in this paper, "browning" was examined with samples prepared by adding various kinds of sugars, amino acids and other organic compounds respectively to the white meat of canned crab (*Paralithodes camtschatica*), sugar-free meat and also to protein-free canned juice, in order to reinforce the validity of the suggestion attained in the previous paper.

Also, sodium bisulfite ($NaHSO_3$) or hydroxylamine ($NH_2OH$) which had been recognized as inhibitors of the MAILLARD reaction[2] were added to crab meat, and the checking of "browning" was examined.

## A. Effects of amino acids, sugars and some other chemical stuffs on the "browning" reaction

1. *Experimental method*

(1) Preparation of samples used

*a.* Whole white meat

The leg meat of normal canned crab was removed from its red skin with forceps and knife and reserved to be used by the name of "white meat". A portion of the white meat was crushed by a homogenizer and used as the sample named whole white meat, while this sample served also as a sort of control material. The amounts of free reducing sugar and amino acid in whole white meat were 22.0 *mg%* and 185 *mg%*.

*b.* Sugar-free white meat

To a portion of the whole white meat obtained as above was added with half the portion of distilled water and 1.5 N HCl for adjusting pH to 3.0. In order to decompose the sugars in meat, the mixed material was inoculated with *Saccharomyces aerobis* and incubated at 37°C. for 48 hours. After stopping the enzymatic action by

*Received July 28, 1958*

heating the inoculum at 100°C. for 10 minutes, 1.5 N NaOH was added so that pH of the preparation became 6.8, which brought the mixed meat into a state of suspension. The fluid phase was separated by centrifugation from solid residue, and this residue in which the amount of free reducing sugar became 7 *mg%* was used as the sample of sugar-free white meat.

*c*. Protein-free juice

Another portion of the above white meat (50 *g*) was extracted two times with distilled water of twice the volume of the meat. The collected extract was added with 10% $CCl_3COOH$ to precipitate the protein. Then the material was heated at 100°C. for 10 minutes. After filtration, the filtrate of which pH was adjusted to 7.0 by addition of 1.5 N NaOH solution, was brought to 250 *cc*. with water. The solution (which contained 37.0 *mg%* of amino acid and a small quantity of reducing sugar) was employed as the protein-free juice.

(2) Determination of "browning"

To the samples (10 *g*) mentioned above, various kinds of amino acids and sugars, which are listed in Table 1, and formaldehyde, trimethylamine and ascorbic acid were added homogeneously each by 1% the weight of the meat or juice and mixed thoroughly. The preparation was then heated at 115.2°C. (10 lbs-pressure) for 90 minutes. After cooling, the degree of "browning" of whole white meat and sugar-free white meat was estimated by Shimazu A.K.A. photo electric colorimeter as described in the previous paper[1] on the one hand, and also that of protein-free juice on the other was estimated by the same apparatus as the value of transparency for 1 *cm* width of the juice. (The value of distilled water was estimated as 100).

2. *Experimental results*

As seen in Table 1, when glutamic acid, phenylalanine, glycine, saccharose, rhamnose and trimethylamine were added to the white meat, the meat showed little change in color, but when cystine, lactose, arabinose, glucose, galactose, formaldehyde and ascorbic acid were added separately, the color became brown. In the case of the sugar-free white meat, when lactose, arabinose, xylose and glucose were added to the sample, remarkable browning took place; but the addition of saccharose, mannitol, formaldehyde, raffinose or rhamnose did not give a positive influence upon the "browning". When lactose, raffinose, arabinose, rhamnose, xylose, glucose and galactose were added to the protein-free juice. the color became brown; especially with the addition of arabinose, glucose and galactose the juice browned deeply. But the addition of saccharose, mannitol or formaldehyde did not remarkably influence the "browning".

**B. Checking of the "browning" by inhibitors**

1. *Experimental method*

White meat taken from canned crab meat was crushed, of which 20 *g*. samples each were put in Erlenmeyer flasks. To each flask 5 *cc*. of sodium bisulfite and hydroxylamine were added at various concentrations. After being plugged with cotton,

**Table 1.** Influence of the addition of various kinds of organic compounds on the "browning" of crab meat

| Added compounds \ Sample | Degree of browning | | |
|---|---|---|---|
| | Whole white meat (reflection ratio %) | Sugar-free white meat (reflection ratio %) | Protein-free juice (transparency %) |
| Blank | 69.4 | 39.0 | 99.9 |
| l-glutamic acid | 69.0 | — | — |
| dl-phenylalanine | 66.1 | — | — |
| Glycine | 59.2 | — | — |
| Cystine | 28.0 | — | — |
| Saccharose | 66.8 | 38.5 | 99.0 |
| Mannitol | — | 38.0 | 94.5 |
| Lactose | 12.2 | 34.0 | 82.0 |
| Raffinose | — | 38.0 | 76.5 |
| Arabinose | 30.8 | 34.0 | 45.6 |
| Rhamnose | 55.9 | 39.1 | 76.5 |
| Xylose | — | 34.0 | 75.8 |
| Glucose | 11.5 | 34.0 | 43.6 |
| Galactose | 11.0 | — | 39.4 |
| Formaldehyde | 22.2 | 38.0 | 92.0 |
| Trimethylamine | 65.9 | — | — |
| l-ascorbic acid | 24.0 | — | — |

the flasks were heated at 117.6°C. (12 lbs-pressure) for 120 minutes.

After heating, the degree of the "browning" of juice was estimated by SHIMAZU A.K.A. photoelectric colorimeter and was represented as the value of transparency. Before this experiment, the degree of the "browning" of the juice was estimated to be proportional with that of the meat. In this experiment, squid (*Ommastrephes sloani pacificus*) meat was used as an additional control.

2. *Experimental results*

Whether "browning" of canned crab meat was checked by the addition of MAILLARD reaction inhibitors was examined, and the results obtained are shown in Table 2. As seen in Table 2, additions of sodium bisulfite and hydroxylamine were effective in preventing the "browning". The "browning" of the canned crab to which sodium bisulfite of 0.25% and above (in ratio to the weight of the content) or hydroxylamine amounting to 0.5% and above was added, was prevented remarkably. Furthermore, the browning of squid meat was prevented by the addition of hydroxylamine of 0.5% and above, but not remarkably so by the addition of even 1% of sodium bisulfite.

## Discussion

From the experimental results obtained, the addition of amino acids (excepting

**Table 2.** Influence of the addition of $NaHSO_3$ and $NH_2OH$ on the "browning" of crab meat and squid meat.

| Added compounds | Amounts added (%) | Degree of browning (as shown in transparency %) | |
|---|---|---|---|
| | Sample | Canned crab meat | Squid meat |
| $NaHSO_3$ | 0.025 | 66.7 | 75.0 |
| | 0.10 | 86.8 | 75.1 |
| | 0.25 | 85.1 | 75.2 |
| | 0.50 | 91.0 | 76.5 |
| | 0.75 | 91.2 | 77.2 |
| | 1.00 | 92.0 | 82,1 |
| | 2.00 | 92.5 | — |
| $NH_2OH$ | 0.025 | 76.5 | 77.0 |
| | 0.05 | 82.5 | — |
| | 0.25 | 85.5 | 79.0 |
| | 0.50 | 90.0 | 86.3 |
| Blank | | 66.0 | 71.0 |

cystine), saccharose, mannitol, rhamnose, trimethylamine seems to have no remarkable influence upon the "browning" of the whole white meat. On the contrary the addition of sugars such as glucose, galactose, lactose, and also the presence of ascorbic acid and formaldehyde accelerated the "browning". In the case of sugar-free white meat and protein-free juices, the "browning" was acceralated remarkably with the addition of glucose, galactose and lactose, and the addition of saccharose, and mannitol also did not give a positive influence upon the "browning". Although saccharose and lactose equally belong to disaccharides, only the former induces the "browning". The reason is that saccharose has no aldehyde radical in the molecule and no reducing power, but lactose carries reducing radicals.

It is easily considered that various kinds of amino acid existing in canned crab meat are also present in the sugar-free white meat or the protein-free juice respectively; therefore the "browning" examined in this experiment is surely caused with the MAILLARD reaction by which $NH_2$-radical in canned crab meat and CHO-radical in added sugars are brought into combination with one another.

Among amino acids used in this experiment, cystine induced the "browning". This may be due to the fact that cystine is a basic amino acid and reacts more easily with reducing substances in crab flesh than monoamino acids do. As a matter of fact, WILLITS *et al.*[3], and LENTS *et al.*[4] have observed that basic amino acids such as lysine and ornithine effected "browning" more remarkably on reacting with sugars than monoamino acids did.

In considering the relation between the above noted results and those obtained in the previous paper in which the amount of glucose, ribose, arginine, and cystine in

the contents of the browned canned crab were less than those in the normal can, the validity of suggestion attained in the previous paper that the "browning" of canned crab meat may be caused by MAILLARD reaction will be reinforced.

The addition of ascorbic acid makes "browning". This may be due to the fact that ascorbic acid decomposes to furfural during heating[5]. But it is quesionable whether ascorbic acid takes a part in the "browning" of canned crab until ascorbic acid existing in canned crab meat has been determined. This problem must be considered in a later part.

The addition of formaldehyde had no remarkable influence upon the "browning" of the prepared sugar-free white meat or the protein-free juice, but when formaldehyde was added to whole white meat, the meat browned remarkably. In the previous paper[1], the author has observed that the amount of formaldehyde in browned canned crab was about one-third of that in a normal can, and presumed that formaldehyde has some relation with the "browning" of canned crab meat.

The presence of formaldehyde in the canned crab meat was observed by many investigators[6]. ISHIDA[7] studied that the amount of formaldehyde contained in canned crab meat decreased gradually during storage. This change was considered to be caused by the oxidation of formaldehyde.

Concerning these two relations as noted above, it should be considered whether or not the change of the amount of formaldehyde was influenced by the oxidation in addition to the MAILLARD reaction through which $NH_2$-radical in canned crab meat combined with CHO-radical in formaldehyde. This problem must be considered in a later part of the present studies.

It was clear that the addition of the inhibitor of the MAILLARD reaction, such as sodium bisulfite or hydroxylamine, can prevent the "browning" of canned crab meat. But the amount of inhibitor to be added and the time of the addition in practice must be studied in future.

## References


1) NAGASAWA, Y.: *This Journal*, **24** (6, 7), 535 (1958).
2) HODGE, J. E.: *Agr. Food Chem.* **1** (15), 928 (1953).
3) WILLITS, C. O. *et al.*: *Food Res.*, **23** (1), 61 (1958).
4) LENTS, H. G. *et al.*: *ibid.*, **23** (1), 68 (1958).
5) NOMURA, D.: "*Hakko-Kogagu*" (J. Fermentation Tech.), **34** (10), 317 (1956).
6) IGASA, U. *et al.*: "*Eisei-Shikenjo-Iho*" **39**, 177 (1932).
7) ISHIDA, K.: *J. Pharmaceutical Soc. Japan*, **37** (421), 300 (1917).

# 魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—II*

## ピロ燐酸ソーダ，トリポリ燐酸ソーダおよびこれら混合塩のかまぼこに対する足補強効果

岡村一弘 松田敏生・横山理雄
(大阪市立衛生研究所) (上野製薬株式会社研究室)

## Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—II.

### Effects of Na-pyrophosphate, Na-tripolyphosphate and their Mixtures upon the Jelly-Strength of "Kamaboko"

Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama

In the previous paper[1], it was shown from an organoleptic test that the Na-pyrophosphate (P·P·Na) and Na-tripolyphosphate (T·P·Na) were very effective in reinforcing the jelly-strength of "Kamaboko."

In this report, effects of these salts were appraised numerically by means of the Simidu-Simizu gelometer. From their saying, the breaking stress and breaking strain thus determined, the jelly-strength was calculated. The results were as follows:

1) The best effect in elevating the jelly-strength of "Kamaboko" was attained by the addition of 0.3% of Na-pyrophosphate or 0.1% of Na-tripolyphosphate, while 0.3% of Na-pyrophosphate was effective equally to 0.1% of Na-tripolyphosphate.

2) These phosphates and their mixtures were quite effective in elevating jelly-strength of "Kamaboko" which had been depressed as a result of large addition of starch.

3) Being used at 0.3% concentration, a salt mixture which is composed of Na-pyrophosphate and Na-tripolyphosphate in the ratio of 6 : 4 notably increased the jelly-strength as compared with the case of singular application of these salts.

## 緒　　言

前報[1]において各種燐酸塩並びに有機酸塩 0.1～0.3% を魚肉摺身に添加してかまぼこを作り，ピロ燐酸ソーダとトリポリ燐酸ソーダはかまぼこの足を著しく補強することを知つた。そこでこれら2種の塩を添加してかまぼこを作り，ピロ燐酸ソーダとトリポリ燐酸ソーダの足補強効果を志水・清水[2]の足測定法によつて客観的かつ定量的に比較し，更にこれらの塩の経済的使用量を決めた。またかまぼこの澱粉添加量とこれらの塩類の足補強効果との関係並びにこれら2種の塩を混合適用するとき，足の補強効果がどのように変化するかを予試験的に調べた。

ヘキサメタ燐酸ソーダはI報[1]で足補強効果を持つことを述べたが，ピロ燐酸ソーダ，トリポリ燐酸ソーダに較べて効果がやや低く，その上潮解性のために実用上取り扱い難い欠点がある。従つてヘキサメタ燐酸塩は大抵カリ塩として使用されているが，カリ塩は高価で産業的な見地からは不利なので，本実験においてはヘキサメタ燐酸塩を使用しなかつた。

## 実　　験

1) 実験材料はI報におけると同一の工場で，板付け前の摺身を2種類購入した。2種共，キグチ 20%，

1958年8月15日受理

* その大要は昭和33年4月3日，日本農学大会水産部会において発表・「魚肉ねり製品の足補強剤についての研究I～VI」という主題で発表したが以後主題を本題のように改める。

クログチ 30%，ハモ 50% の混合魚肉で，この魚肉に対して一方は澱粉 22～25%，他方には 12% がそれぞれ2倍量の水と共に添加された。両者とも食塩約 2%，フラスキン 50000 分の1添加されている。燐酸塩類としてトリポリ燐酸ソーダおよびピロ燐酸ソーダをそれぞれ 0.3%，およびトリポリ燐酸ソーダ (T·P·Na) とピロ燐酸ソーダ (P·P·Na) の 8：2, 6：4 の混合塩 0.3% 宛を用いた。塩類は摺身に粉末のまま添加し，よく“へら”でねり合わせて板付けし，蒸製後焼き上げてかまぼこにした。検体として各々添加塩別に5枚ずつのかまぼこを作つた。かまぼこの製造にあたつては塩類添加のみ筆者等が行い，他の操作はすべて工場の熟練者に依頼した。足の測定には一昼夜放置したかまぼこを用い，清水氏考案の gelometer[2] によりかまぼこの破断応力 ($F$)，破断伸度 ($L$) を測定して足の強さ ($X$) を $X = 0.72F + 3.39L - 3.74$ の式により算定した。

2) 材料は 1) と同様，魚種はキグチ 30%，クログチ 30%，ハモ 40% で澱粉添加量は 15% である。この摺身にピロ燐酸ソーダおよびトリポリ燐酸ソーダをそれぞれ 0.1, 0.3, 0.5, 1.0% 添加してかまぼこを作り，トリポリ燐酸ソーダとピロ燐酸ソーダとを 8：2, 6：4, 4：6, 2：8 の割に混和した混合塩をいずれも摺身に対して 0.3% 添加してかまぼこを作つた。かまぼこはすべて5枚宛作り 1) と同一方法で足を測定した。

3) 2) と同一組成の魚肉に澱粉 25% 添加して作つた摺身にトリポリ燐酸ソーダとピロ燐酸ソーダの等量の混合塩 0.3% を添加し，更にこれに水 5, 7, 10% ずつを加えてかまぼこを作り，1), 2) と同様の方法で足を測定した。これら 1), 2), 3) の実験に使用したピロ燐酸塩はすべて結晶水を含まない無水ピロ燐酸ソーダである。

## 実験結果および考察

Table 1, 2 から明らかなようにピロ燐酸ソーダ (P·P·Na) およびトリポリ燐酸ソーダ (T·P·Na) を添加したかまぼこの足はすべて無添加の対照に比し，著しく足が補強されている。Table 1, 3 の対照の足は −1.66, −0.43 であり Table 2 の対照の足は −0.035 であつて，いずれも負の値となつているが，前者は大阪市内において昭和 32 年7月市販の並の品であり，後者は市販の“並上”の品である。しかるに燐酸塩添加のものは P·P·Na 0.1% の場合を除くとすべて足の強さは 0.9～1.3 となつている。従つてこれらの塩類がかまぼこの足補強にいかに効果があるか明らかである。

**Table 1.** Jelly-strength of phosphate-treated “Kamaboko”.

| starch | Salt 0.3% | $F$(kg/cm²) | $L(\Delta l/l_0)$ | $X$ |
|---|---|---|---|---|
| 22% | control | 0.708 | 0.760 | −1.66 |
| | Sodium tripolyphosphate | 0.892 | 1.255 | 1.15 |
| | Sodium pyrophosphate | 0.741 | 1.370 | 1.44 |
| | T·P·Na : P·P·Na* (8 : 2) | 0.762 | 1.235 | 0.99 |
| | T·P·Na : P·P·Na (6 : 4) | 0.822 | 1.180 | 0.63 |
| 12% | control | 0.705 | 1.195 | 0.56 |
| | Sodium tripolyphosphate | 0.661 | 1.265 | 1.03 |
| | Sodium pyrophosphate | 0.774 | 1.237 | 1.01 |
| | T·P·Na : P·P·Na (8 : 2) | 0.792 | 1.212 | 0.93 |
| | T·P·Na : P·P·Na (6 : 4) | 0.795 | 1.295 | 1.21 |

$F$: Breaking stress
$L$: Breaking strain
$X$: Jelly strength according to SIMIZU and SIMIDU' method
* T·P·Na: Sodium tripolyphosphate
P·P·Na: Sodium pyrophosphate

Table 2 によれば T·P·Na は 0.1% で充分に効果を発揮し 0.3, 0.5% と添加量を増加しても足は増大しないことが判る。また，P·P·Na は 0.1% では効果が少く 0.3% で最高に達し 0.5, 1.0% とそれ以上濃度が増加しても足は増大せず，かえつて低下することが判る。P·P·Na はアルカリ性が強く，0.3% 以上添加すれば pH が 7.56, 8.19 と余りに上昇するから pH の上

**Table 2.** Jelly-strength and pH value of phosphate-treated "Kamaboko"*

| Salt | Salt concentration % | $F$(kg/cm²) | $L(\Delta l/l_0)$ | $X$ | pH |
|---|---|---|---|---|---|
| control | — | 0.520 | 0.98 | −0.035 | 7.08 |
| Sodium pyrophosphate | 0.1 | 0.713 | 1.02 | 0.22 | 7.09 |
| | 0.3 | 0.809 | 1.34 | 1.41 | 7.33 |
| | 0.5 | 0.762 | 1.24 | 1.13 | 7.56 |
| | 1.0 | 0.795 | 1.33 | 1.36 | 8.19 |
| Sodium tripolyphosphate | 0.1 | 0.762 | 1.33 | 1.32 | 7.09 |
| | 0.3 | 0.731 | 1.34 | 1.33 | 7.13 |
| | 0.5 | 0.768 | 1.27 | 1.12 | 7.25 |
| | 1.0 | 0.736 | 1.35 | 1.35 | 7.70 |
| T·P·Na : P·P·Na 8 : 2 | 0.3 | 0.736 | 1.22 | 0.94 | 7.20 |
| T·P·Na : P·P·Na 6 : 4 | 0.3 | 0.757 | 1.24 | 0.98 | 7.20 |
| T·P·Na : P·P·Na 4 : 6 | 0.3 | 0.774 | 1.56 | 2.40 | 7.10 |
| T·P·Na : P·P·Na 2 : 8 | 0.3 | 0.710 | 1.28 | 1.12 | 7.20 |

* These Kamaboko contained 15% starch.

昇によつて足がかえつて低下するものと考えられる。

筆者等の実験においてはかまぼこの足は pH 7.3 までは pH の上昇によつて強められるが，pH 7.3 以上となると，もはや pH の上昇によつて強められず，かえつて足は低下させられるようである。本実験では夏期，一般の町工場において市販される材料をそのまま使用したため，製品の pH が初めから高く塩類無添加のものの pH が 6.9～7.1 であつた。従つて I 報において述べたように P·P·Na, T·P·Na 添加によつて足が補強されるのは pH の上昇によるよりもむしろその他の要因，例えば燐酸塩類特有の作用によるのであろうと考えられる。

**Table 3.** Effects of added water on phosphate-treated "Kamaboko"*

| % of water | $F$ (kg/cm²) | $L(\Delta l/l_0)$ | $X$ |
|---|---|---|---|
| control | 0.510 | 0.87 | −0.43 |
| 5 | 0.592 | 1.25 | 0.91 |
| 7 | 0.570 | 1.34 | 1.21 |
| 10 | 0.466 | 0.91 | −0.33 |

* These Kamaboko contained 25% starch and were treated equally with 0.3% salt mixture consisting of Sodium tripolyphosphate and Sodium pyrophosphate.

また澱粉添加量 22%，15%，12% のかまぼこにおいては，対照の破断応力は 520～705 g/cm²，破断伸度は 0.76～1.19 でそれぞれさまざまであるが，P·P·Na または T·P·Na を添加すれば破断応力は 750g/cm²，破断伸度は 1.25 となつてどのかまぼこもほぼ等しい値となるから足の値 $X$ も対照の足の値の如何にかかわらず $X = 0.9$～$1.3$ となる。従つて対照の足の低いものほどこれらの塩添加によつて足の補強される割合が大きくなる。また逆にいえば，足が初めから強いものはさほど補強されないし，これらの塩添加によつても足は 1.4 以上にはならないことが判る。

Table 1 の澱粉量 22% と 12% の二つの対照はただ澱粉の添加量のみ異なり，魚種その他の条件は全く同一であり，また Table 2, 3 の対照も澱粉添加量のみ異なり，魚種，製造条件等全く同一のかまぼこであ

る。これらを比較して見ると澱粉添加量が 12→22%，15→25% と多くなれば澱粉量の増加に従つて足の強さ $X$ が 0.56→−1.66，0.035→−0.43，と低下する。しかしこれらの破断応力 ($F$) の値を見ると，$F$ はいずれも澱粉添加によつて殆んど変化がない。志水・池内・清水[3]，志水・清水[4] によれば澱粉はその倍量の水と加熱する時，丁度かまぼこの固さのゼリーとなると。従つてこれらのかまぼこは澱粉添加に当つてその倍量の水が加えられているので，破断応力は澱粉の多少によつて余り変化しないのも当然と考えられる。また澱粉添加量の増大に従つて足の低下するのは本実験からも明らかなように破断伸度の減少によるといい得る。岡田・山崎[5] によればかまぼこに添加された澱粉は糊化しても澱粉粒子の形は崩れず，そのままの形で存在すると。従つて添加澱粉量が多くなれば，かまぼこにおける魚肉蛋白ゲルの網状組織中に異質の澱粉粒子が粒子のままで介在することとなり，網状組織の形成がさまたげられるか，或いは網状組織の変形範囲がせばめられるかして，破断されやすくなり，破断伸度の減少を来し，足が低下するのではないかと考えられる。

Table 2, 3 より更に T·P·Na, P·P·Na の混合塩の足補強効果を見るに，T·P·Na : P·P·Na = 4 : 6 の混合塩は，T·P·Na, P·P·Na を単独で使用した場合よりも遙かに足が強くなつている。実験例が少ないので決定的なことはいえないが，澱粉量 15% のかまぼこにおいては，P·P·Na : T·P·Na = 6 : 4，の混合塩 0.3% を使用すれば，これらの塩を単独で 0.3% 使用するよりも約倍の足が出ている。未発表ではあるが，魚肉ソーセージについて行つた実験においても 6 : 4 の混合塩を 0.3% 使用すると，これらの塩を単独で 0.3% 使用した場合よりも足補強効果は強かつた。Table 2 に示すように単独塩の場合にはいずれも足 $X$ は約 1.2 の値まで高められ，それ以上高められないが，混合塩では 2.4 まで足が高められる。これはこれらの塩の附加作用から来ているのではないかと考えられる。混合塩が単独塩より著しく効果があるが，この効果が附加的に現われるものか，相乗的に現われるものかは非常に重要なことであり，2 種或いは 3 種の塩の混合によつて更にすぐれた足補強剤ができる可能性もあるので目下研究中である。

Table 3 の実験で明らかなように澱粉量 25% の摺身に P·P·Na と T·P·Na の等量混合塩 0.3% を添加すれば摺身重量の 7% 水を添加したものの足が一番強くなる。しかし 10% 水を添加すれば足は急に低下し，塩を添加せぬ対照とほぼ同等になる。5% の水の添加よりも 7% の水添加の方が足が強く，かつ 10% の水添加で急速に足が低下する。このことから水添加量は非常に微妙な影響をもつことが判る。また水の添加によつて破断応力は低下するが破断伸度は増大している。Table 1, 2, 3 の一連の実験で経験されたことは，常法によつてかまぼこを作るため摺身を作り，この摺身にこれら塩類を添加すると，できたつたかまぼこが堅く感じることである。I 報[1] の実験ではすべて 5% の水を追加したので別に堅く感じなかつた。しかるに本報における実験では対照に比し，燐酸塩添加のかまぼこはすべて堅い感じを与えた。これは P·P·Na, T·P·Na は蛋白の保水性を増大させるので，塩添加によつて恐らく蛋白質に水分が多く移行されてかまぼこ内部において水分の不足状態が形成され，澱粉に対する水分が不足して来るので，この分だけ余分に水を添加する必要があるのではないかと考えられる。

I 報[1] において少し述べたが，摺身に P·P·Na を添加すれば，摺身の流動性が大となり，俗にいう“だれる”ようになり，板付後形が崩れて“盛り”の厚いかまぼこができない。また T·P·Na を添加しても“だれ”はやはり見られるが P·P·Na に比べれば“だれ”が少ないようであり，肉の粘着力が強くなつて幾分緊るように感じる。

先述したようにこれらの塩類を添加すれば製品がやや堅くなるので，水を 5～7% 多い目に添加した方が良いと考えられるが，P·P·Na を添加したものは“だれ”が著しいので，水を 5～7% 添加すれば，更に“だれ”が著しく摺身の板付整形が不可能となる。この“だれ”の傾向については P·P·Na と T·P·Na を 6:4，に混合したものは P·P·Na より更に著しいようである。従つて板付けかまぼこには P·P·Na および P·P·Na と T·P·Na, 6 : 4 の混合塩は使用し難いようであり，T·P·Na の方が適当なように考えられる。しかし“串焼き”とか魚肉ソーセージ*のように“だれ”が問題とならない品には，P·P·Na と T·P·Na の

* 未発表，追つて発表の予定。

混合塩が適当と考えられる。ケーシングする製品にあつては摺身の流動性が大きいものほど充塡しやすく，また製品に空胞（す）がなくなつてかえつて好都合と考えられる。

以上 P·P·Na, T·P·Na を添加すれば，かまぼこの足が補強されることを清水氏の gelometer を用いて数字的に確めたが，何故に足が補強されるかという点については未だ不明である。しかし P·P·Na, T·P·Na 単独では足 $X$ は 1.4 までしか補強されないのに P·P·Na : T·P·Na = 6 : 4 の混合塩は $X = 2.4$ まで足を高めるという事実は，少なくとも P·P·Na と T·P·Na の足補強効果は単なる pH の上昇によるものでないこと，および P·P·Na と T·P·Na の肉蛋白に対する作用機構または作用点が異なるという考えの根拠になると考えられる。

また P·P·Na および T·P·Na の足補強効果は澱粉添加量の多いものおよび足の弱いものに一層効果があるということもその作用機構を解くための一つの鍵ではないかと考えられる。

## 要　　約


魚肉摺身にトリポリ燐酸ソーダおよびピロ燐酸ソーダ並びにこれら2種の塩を色々な割合で混合したものを添加してかまぼこを作り，かまぼこの破断伸度および破断応力を測定して足の強さを計算し，これら塩類の使用適量を定め，また塩類の単独使用と混合使用との足補強効果を比較した。

1) トリポリ燐酸ソーダ (T·P·Na) は 0.1%，ピロ燐酸ソーダ (P·P·Na) は 0.3% 添加することによつて著しく，かまぼこの足を高め，それ以上使用しても効果は上らない。T·P·Na 0.1% と P·P·Na 0.3% の効果はほぼ同等である。

2) T·P·Na, P·P·Na は澱粉の大量添加によつて足の低下したかまぼこに添加すれば著しい足補強効果を示す。

3) P·P·Na と T·P·Na の 6 : 4 の混合塩はこれらの塩を単独に使用した場合により遙かに強力な足補強効果を発揮する。


## 附　　記


稿を終るに当り，御指導と原稿の御高覧を給わり，かつ gelometer の使用をお許し下さつた京大農学部水産教室の清水亘教授並びに御指導を給わつた大阪市立衛生研究所の茶珍俊夫・久保正徳・田中薫樹の諸先生方，更にまた研究費を負担され色々御援助を下さつた上野製薬株式会社社長上野政治郎氏に厚くお礼申し上げます。また，かまぼこ製造に御協力下さつた暁食品株式会社社長田中宇一氏に深く感謝申し上げます。


## 文　　献


1) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌, **24**, 6～7, 545～550.
2) 志水　寛・清水　亘: 本誌, **19**, 4, 596 (1954).
3) 志水　寛・池内常郎・清水　亘: 本誌, **20**, 10, 893 (1955).
4) 志水　寛・清水　亘: 本誌, **20**, 10, 895 (1955).
5) 岡田　稔・山崎惇子: 本誌, **22**, 9, 583 (1957).

# 魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—Ⅲ.*

## 肉類の吸水力測定法の吟味並びに ねり製品の足と吸水力との関係

岡村一弘 松田敏生・横山理雄
(大阪市立衛生研究所) (上野製薬株式会社研究室)

## Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—III.
## Presentation of "the Factor of Water Intake" as an Index of Kamaboko Jelly-Strength.

Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama

Any of known methods of measuring the moisture retention of meat can hardly be taken as convenient because of too long a time required in their practice. One of the authors working out recently a new procedure that allows to rapidly evaluate the moisture affinity of raw flesh, they set forth in this paper the significance of the newly designed index "the factor of water intake" which is reflected in numerical values of Kamaboko jelly-strength.

An $M$g portion taken from the meat or fish to be examined is homogenized in a blender for 3 minutes with $W$g of water or salt solution, $W$ being an appropriately chosen multiple of $M$. Then, a 100g portion of the homogenate is centrifuged in duplicate for 15 minutes at 3400～3700 r.p.m. If Cg is the mean weight of the supernatant separated thus from the homogenate, the factor of water intake ($Q$ %) for the meat or fish is evaluated by means of the formula

$$Q = W/M(100 - C) - C.$$

Now, $Q$ proved to be dependent on experimental conditions such as the value of $W/M$ and the time of homogenizing as well as centrifuging. Under a strictly defined condition, however, the fluctuation in $Q$ was possible to be restricted within a limit under 1.7%.

On the basis of the present result and the implications of published works on Kamaboko, it is emphasized that jelly-strength of Kamaboko may rightly be predicted from the factor of water intake evaluated for raw fish.

### 緒 言

燐酸塩類が魚肉類の吸水性を高め，結着力を強める事は，すでに以前[1]より知られており，Ⅰ～Ⅱ報[2),3)]で報告したように燐酸塩はかまぼこの足補強にも著しい効果がある。

かまぼこの足形成機構並びにその理論は未だ明らかでないが，前報の実験結果および魚種による足の強弱，魚肉の鮮度低下と足の関係，魚肉の pH と足の関係，更に無機塩添加と足の関係などを考察[4)]するに，魚肉の親水性とねり製品の足の強弱には密接な関係があるように思われる。

ねり製品の足補強剤の研究にあたり，薬品を添加して一々ねり製品を作り，その破断応力および破断伸度を測定して，足の強弱を計算に依って求めるのは甚繁雑である。極体を一度破壊すれば再び同じ極体で，破断応力および破断伸度を測定することは不可能で再現性がない。それ故に正確な足の値を知るには，数次の

1958 年 8 月 15 日受理
* 昭和 33 年 4 月 3 日，農学大会水産部会で発表。

かまぼこの足の平均値を求めねばならない。

従つてねり製品の足の強弱に比例する何らかの因子を以つて足の強弱を予測することが出来れば，足補強剤の研究は非常な便宜を与えられることになる。かかる見地から足の強弱は肉の親水性即ち保水力に密接な関係があるのではないかと考え肉類の吸水力を調べた。

吸水力の強さを求める方法として C. E. SWIFT and REX ELLIS[5] の方法，野口・木崎・西田[6]および岡田・多田[7]の膨潤度測定法等があるが，これらは測定に長時間 (16～18 hrs) の放置が必要であり，且つ実験条件により著しく実験値が変化する。そこでこれらの方法を改良して“吸水率”ともいうべき因子を迅速に測定する方法を考え，その方法の測定条件を検討し，実験誤差を吟味し，本改良法によれば実験誤差 1.7% 以下で実験出来ることを知つたのでここに報告する。

## 実験並びに実験結果

**1. 吸水率試験法：** 擂潰前の採肉した生魚肉または，ミンチに挽いた獣肉の一定量 ($Mg$) に 2～20 倍量の一定量の水 ($Wg$) を加えて，一定時間ミキサーにかけ充分均一化したものの内より一定量 (100 g) をすばやく 100 cc の遠心管に移し 3400～3800 r. p. m. の遠心機にて一定時間遠心分離する。分離した上澄液の量を $Cg$ とすれば生肉の吸水率 $Q(\%)$ は次の式によつて表わされる*

$$Q = W/M(100 - C) - C$$

**2. 吸水力試験方法の条件の吟味：** 上記の方法は生肉の量と水の比率の相異によつてその値が変化し，ミキサーで均一化する時間，条件によつても可成り変化する上，遠心分離の条件によつてもその値が変動する。従つて条件を厳密に一定にしない限り吸水力の強弱を比較することは出来ない。また上式より求められる吸水率 $Q$ は相対的な量であるので，異つた条件下で求めた値 ($Q$) を比較することは全く無意味である。

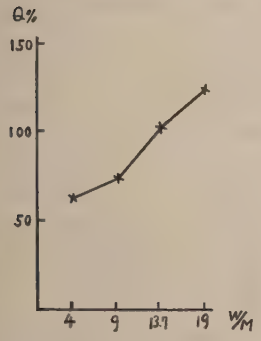



**Fig. 1.** The factor of water intake ($Q$) as variable with the ratio of added water to meat ($W/M$).
Sample = sea-eel flesh; Homogenizing time = 3 min.; centrifuging time = 15 min.

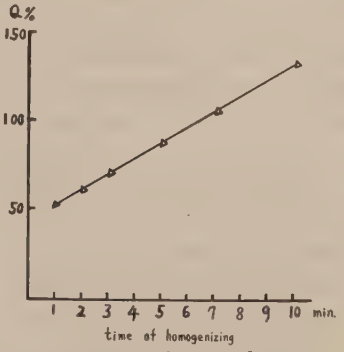



**Fig. 2.** The factor of water intake ($Q$) as dependent upon the time of homogenizing.
Sample = sea-eel flesh; $W/M$ = 4 : 1; centrifuging time = 15 min.

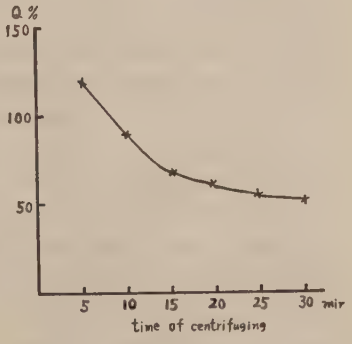



**Fig. 3.** The factor of water intake ($Q$) as governed by centrifuging time.
Sample = sea-eel flesh; $W/M$ = 4 : 1; homogenizing time = 3 min.

---

* 肉が新規に追加吸収した水の量を肉 100$g$ 当りに評価した百分率の値を以つて“吸水率”と定義する。*Homogenate* $(M+W)_g$ のなかから 100$g$ をとつて遠心分離するのであるからこの 100$_g$ 中に含まれる肉の量は $\{100M/(M+W)\}_g$，従つて $\{100M/(M+W)\}_g$ の肉に固定された水の量は $\{100 - C - 100M/(M+W)\}_g$ となり吸水率 $Q(\%)$ は

$$Q(\%) = \{100 - C - 100M/(M+W)\}_g \div \{100M/(M+W)\}_g \times 100$$
$$= W/M(100 - C) - C$$

となる。

そこで生肉と水の比率，ミキサーにかける時間，遠心時間の三者をそれぞれ別々に変化せしめて $Q$ の値の変動を調べ，同一条件で同時に試験した時の $Q$ の変動を調べた。

本実験では生のハモ肉を用い，肉は上皿天秤で 50g または 100g を出来るだけ正確（± 0.1g）に秤り，水は 250cc のメスシリンダーを用いて正確（± 1cc）に測つた。ミキサーはナショナルの電気ミキサー MX-7 型をスイッチ *high* で用い，攪拌時間はストップウオッチで ± 1 秒まで正確に測つた。遠心機はマルサンの 100cc 4 本架を用い，スライダックによつて 3400～3800 r. p. m. で遠心分離を行い，遠心時間は 3000 r. p. m. に達してからの時間をストップウオッチで正確に測定した。

1) 遠心条件（3400～3800 r. p. m., 15 min）およびミキサーによる攪拌時間（3 min）を一定にしてハモ肉* 50g に対する水の量を 4, 9, 13.7, 19 倍と変化させて吸水率 $Q$ の変化を調べた。その結果は Fig. 1 の通りであつて水/肉（$W/M$）の比が大となれば吸水率が大となり，吸水率 $Q$ と $W/M$ とは比例関係にある。

2) 1) と同じハモ肉を用い $W/M=4$ として遠心分離の条件も 1) と全く同様に一定となし，ミキサーによる攪拌時間を 1 min から 10 min まで変化せしめて $Q$ の変化を調べた結果は Fig. 2 の通りであつて，吸水率 $Q$ はミキサーの攪拌時間に比例して増大する。この実験に於て 30 min ミキサーにかけたもの，またはこのミキサーより高性能の *blender*** で 2 min 間攪拌したものは 30 分間遠心分離にかけても上澄液が分離しなかつた。

3) 1), 2) と同じハモ肉を用い $W/M=4$，ミキサーによる攪拌時間を正確に 3 分間として，遠心時間を変化せしめて吸水率 $Q$ の変化を調べた結果は Fig. 3 の通りであつて，$Q$ は遠心時間に逆比例する傾向が見られる。そして遠心時間 15 min までは時間の変化による $Q$ の変化は直線的であるが，15 min 以上となると時間の変化による $Q$ の変化は少く遠心時間 30 min では殆んど一定値に近づく。従つて遠心時間は長い程よいが，遠心時間が長すぎると遠心機が熱を持ち，吸水率が低下する。室温の高い時（25°C 以上）は特にこの影響が著しく，また実験を迅速に進める上からも時間に制限があり，これらの点から遠心時間は 15 min が適当と考えられる。

4) 1), 2), 3) の実験はすべて同時に，同一条件で 2 個の検体について行つたが，その実験誤差はすべて実験値に対して 1.7% 以下でその大半は 1.0% 以下であつた。従つて条件さえ一定にすれば，可成り正確に吸水率を求めることが出来る。

以上の結果から筆者等は肉 50g を採り肉と加える液の比率はその肉の吸水力の強弱によつてさまざまに変化せしめるが，大体吸水力の弱い肉では $W/M=4$，吸水力の強いものでは $W/M=9$ で実験を行い，ミキサーの攪拌時間は 3 min，遠心条件はミキサーにかけた液の中 100cc を遠心沈澱管に入れ 3400～3800 r. p. m. で 15 min 遠心分離することとしている。

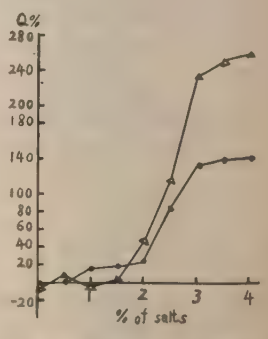



**Fig. 4.** Effect of NaCl addition on the factor of water intake ($Q$) of fish flesh.
Flesh: NaCl solution=1: 4; ● ="kurokawa", *Makaira mazara*; △ = "kihada", *Neothunnus macropterus*.

### 3. 生肉の吸水力に及ぼす食塩およびピロ，トリポリ燐酸ソーダの影響:

1) 魚肉ソーセージ用の冷凍クロカワおよび冷凍キハダ肉を解凍後挽肉となし，食塩濃度によつてこれらの吸水力がいかに変化するかを調べた。即ち上記の肉 50g に対して各種濃度（0～4%）の食塩水 200cc を添加し，実験 1 の 4) の方法により吸水率を試験した。その結果は Fig. 4 の通りであつて食塩濃度 2% までは，殆んど吸水率が増大しないが 2～3% に於て急激に増大し 3～4% の間では余り増加せず 4% で一定値に近づく。

2) 豚赤肉 50g に 9 倍量の食塩溶液を加え，1) と同様に実験した結果は Fig. 5 の通りであつて，1) の

* 本実験に使用したハモ肉は非常に新鮮であつた。その後鮮度の低下したハモ肉では $W/M$ が 4 でも 9 でも吸水率に余り変化のないことを知つた。

** 佐久間製作所の S. M. C. No. 500 ホモブレンダー

場合とほぼ同様に食塩濃度 2% までは余り吸水率が増加しないが，2% 以上から急激に増加する。また 0.3～0.7% の所で吸水率の低下が見られる。なお板付寸前のかまぼこ用魚肉摺身を用いて，$W/M$=5 で実験した結果も豚赤肉と殆んど同様の結果を得た。

3) 1) と同じクロカワおよびキハダを用いて 0～1.0% のピロ燐酸ソーダ，トリポリ燐酸ソーダ，ヘキサメタ燐酸ソーダ溶液を肉の 4 倍量添加してその吸水率に及ぼす影響を試験した結果は Fig. 6, 7 の通りであつて，燐酸塩類の濃度の増加につれて吸水率が比例的に増加する。しかしトリポリ燐酸塩は 0.7% 以上に於て急激に増加する。pH の変化はヘキサメタ燐酸塩では殆んど変化ないが，P·P·Na, T·P·Na ではその濃度の増加に比例して pH 値が増加する。

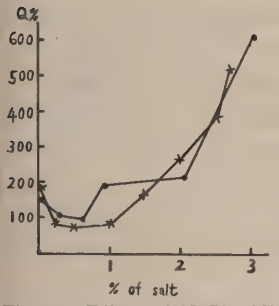



**Fig. 5.** Effect of NaCl addition on the factor of water intake ($Q$).
● = lean pork meat; × = mixed fish flesh (sea-eel: *Nibea*=4: 6).
For the pork, meat : NaCl solution=1 : 9; for the fish, flesh : NaCl solution=1 : 5.

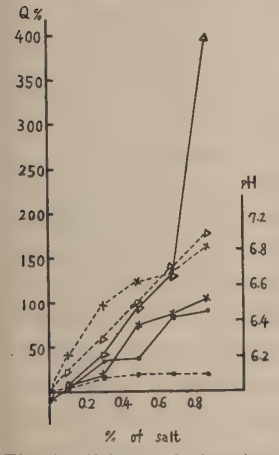



**Fig. 6.** Effects of phosphate additions on the factor of water intake ($Q$) and pH of fish flesh.
Flesh : phosphate solution=1 : 4. Full line=the factor of water intake; broken line=pH value. ×=sodium pyrophosphate; △=sodium tripolyphosphate; ● = sodium hexametaphosphate.
Fish="kurokawa", *Makaira mazara*.

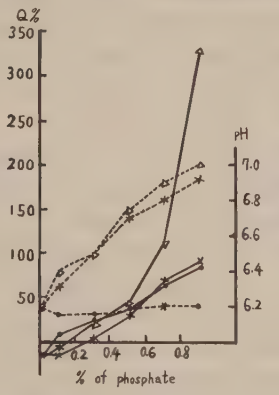



**Fig. 7.** The same as in Fig. 6, but for the fish is "kihada", *Neotunnus macropterus*.

4) 板付け直前のかまぼこ用摺身（ハモ 40%，グチ 60% の混合魚肉に魚肉の 25% の澱粉と 50% の水およびこれらの混合物に対して 2～3% の食塩を添加して，摺身となしたもの）にその 4 倍量の P·P·Na, T·P·Na 溶液を加えて吸水率をしらべた結果は Fig. 8 の通りである。即ち 0.5% までは P·P·Na, T·P·Na とも濃度の増加に従つて吸水率および pH が共に増大する。

5) 豚の赤肉を用い P·P·Na, T·P·Na 溶液を肉の 9 倍量使用してその吸水率と，この遠心分離前のものを 75°C で 15 min 加熱したものの吸水率をしらべた結果は Fig. 9 の通りであつて

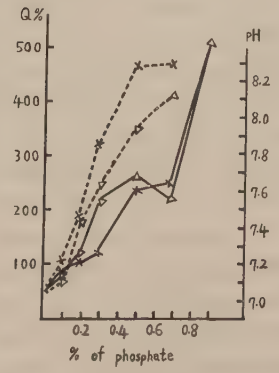



**Fig. 8.** Effects of phosphate additions on the factor of water intake ($Q$) and pH of fish flesh.
Flesh: phosphate solution=1 : 4. Full line=the factor of water intake; broken line=pH value. × = sodium pyrophosphate; △=sodium tripolyphosphate.

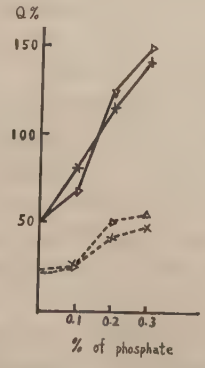



**Fig. 9.** Effects of phosphate additions on the factor of water intake ($Q$) of heated and unheated-pork meat.
Meat: phosphate solution=1 : 9. Full line=unheated; broken line = heated (at 75°C). × = sodium pyrophosphate; △=sodium tripolyphosphate.

加熱した場合には生肉に比して著しく吸水率は低下するが，P·P·Na，T·P·Na 共その 0.1～0.3% 溶液に於ては濃度の増加につれて吸水率は増大し，生肉の場合と同じ傾向を示す。

## 考　　察

魚肉の吸水力を測定する方法として，野口・木崎・西田[6]，岡田・多田[7] の膨潤度測定法および SWIFT and REX ELLIS[5]の吸水力 (*moisture retention*) を求める方法がある。岡田等はアジの挽肉 10g に約2倍量の水を加え 30cc となし *blender* にかけ細切，均質化した試料を 50cc 容目盛付沈澱管に移し 5°C に 18 時間放置後，4000r. p. m. で 10min 遠心分離して，その沈澱容量から膨潤度 $S$ を求めている。即ち初めの全容量を $T$，沈澱容量を $P$ とすれば $S = P/T \times 100\%$ で表わされると。SWIFT の方法もほぼ同じで，冷凍鰹肉の挽肉 20g に溶液 20cc を加え 60cc の沈澱管にとり攪拌棒で充分攪拌して 0°C に 16 時間放置 3300r. p. m. で 15 分間遠心分離して得た上澄液の量から吸水率を求めている。即ち初めの全容量を 40cc，肉の容量を 20cc と仮定して全容量 40cc から上澄液の量を差し引きこの量を 20cc で割つてその値を 100 倍して吸水率としている。

これらの方法ではアジ肉および豚赤肉を用いているのでアジ肉，豚赤肉は吸水力が弱いため遠心分離後上澄液が分離するが，普通かまぼこ材料に用いられる白身の魚肉では上澄液が分離しない。従つて，上記の岡田・多田の方法によると足の強い魚肉の膨潤度はすべて 100% となり，SWIFT の方法によれば吸水率はすべて 200% となつて，その強弱を比較することは出来ない。魚肉ねり製品材料の魚肉の吸水力の強弱を吸水率の大小によつて比較するには，肉と水との比率 $W/M$ をその魚種に応じて 4, 5, ····9, ····19 倍とせねばならない。例えば強足のグチでは $W/M$ を 19 としてもなお上澄液が分離しない。そこで同一の魚肉について $W/M$ の比率を変化せしめた場合吸水率がどの程度変化するかを試験した結果は Fig. 1 の通りであつて，ハモ肉の割合新鮮なものでは $W/M$ が増大すれば吸水率がほぼ比例的に増大することが判る。しかし鮮度の低下したハモ肉では $W/M$ が 4，9 のもので吸水率が余り変らないことをその後の実験で確めた。肉に対する添加水量の比率の相異によつて，吸水率が変化するのは，肉中に生成されたイオン化する可溶性物質の多少および吸水率を低下させる何等かの因子の影響によるのではないかと思われる*。

岡田・多田および SWIFT 等の方法は肉と水とを攪拌して 16～18 時間冷所に放置せねばならないが，筆者等の方法は攪拌後直ちに実施出来る。挽肉を 0°～3°C に冷蔵して時間的に吸水率の変化を調べると刻々と吸水率が低下する（未発表）。この変化は特に摺身に於て急激であり，また肉片とこれをミンチした場合とではミンチにした場合の方が早く変化する。恐らく筋肉中の蛋白自己分解酵素によつて生成される物質か或は筋肉中の或る物質が，吸水率を低下せしめるのであろう。いづれにしろ岡田・SWIFT 等の方法には長時間放置に問題があり，また実験に長時間かかる欠点がある。岡田・多田の方法では肉を細切して *blender* にかけているが，*blender* の条件を規定しておらず，SWIFT の方法も挽肉を用いているがその規定が不充分である。Fig. 2 より明らかなようにミキサーの攪拌時間と吸水率との間には殆んど正比例的関係がある。それ故肉粒子の大きさおよび筋肉細胞の機械的破壊が吸水力に大きく関係していると考えられる。Fig. 2 の実験と同じハモ肉を用いミキサーで 30min 攪拌すれば 30 分間遠心分離しても，上澄液が分離しなくなる。またミキサーより高性能の佐久間製作所の *blender* を用いて 2 分間均一化したものも上澄液が分離しない。

それ故吸水率を測定するには肉片の攪拌細切条件を一定にし，ミキサーを使用する時は使用時間を厳密に一定となし液量をも一定にせねば，ミキサーの攪拌効果が変化することとなる。

次に肉と水を攪拌後遠心分離にかける条件を検討した結果は Fig. 3 の通りであつて，遠心分離は 3400～3800r. p. m. 15min では充分なように考えられる。しかし遠心時間が長ければ沈澱が *compact* になる。Fig. 3 に示すように 15min 以後の変化は徐々であつて一定値に近づく。先のミキサーの攪拌条件の所で述べたが，肉片が細かくなれば遠心分離されがたくなり，分離水が少くなる。遠心分離中室温が高い時 (25°C

* 未発表，追つて発表の予定。

以上）は遠心管の温度の上昇せぬように注意せねばならない。検体が 30°C 以上になると肉が坐つたようになるのでその影響による誤差が大きい。

以上，本法により吸水力を測定する時は各種の条件により実験値が変動するので測定法を厳密に規定しても，相対的な吸水力の値しか求められない。しかし条件を一定にすれば実験値には再現性があり，実験誤差 1.7% 以下の精度で実験することが出来る。

この方法を用いて生肉の吸水率とそれに及ぼす食塩，P·P·Na, T·P·Na, ヘキサメタ燐酸ソーダ (H·P·Na) の影響を試験した結果は Fig. 4～8 の通りである。Fig. 4 より，クロカワとキハダの吸水率はこれらが魚肉ねり製品として使用される食塩濃度即ち，2～3% の範囲でクロカワはキハダより吸水力が強く，ねり製品の足と吸水力の強弱はよく一致する。Fig. 5 の豚赤肉およびかまぼこ用摺身に於ても，また Fig. 4 のクロカワ，キハダに於ても食塩濃度が 2% 以上に増加すれば吸水力が急に増大する。Fig. 5 に於ては，食塩濃度 0.3～0.7% で吸水力が低下し吸水力曲線に谷を形成する。この食塩濃度 0.3～0.7% で吸水力が低下するのは 0.3～0.7% (0.1 mol. 附近) の濃度に於ては食塩が殆んど完全にイオンに解離して，強電解質である食塩が蛋白の解離を殆んど押えるので，肉蛋白の親水基は水と親和しなくなる結果，吸水力が低下すると考えられる。食塩の添加なくしてかまぼこは作れない。即ち摺身に食塩を添加しないで蒸上げても足が形成されない[8]。筆者等が食塩無添加，食塩 0.5% と 3% 添加の魚肉だんごを作り，その弾力を調べた所，食塩 3% のものは弾力に富むが，0.5%，無添加のものは，ばらばらで全然魚肉がまとまらなかつた。また志水・清水[8),9)] のかまぼこの足と塩類の関係の研究よりこのことは明らかで，魚肉の吸水力とねり製品の足とは非常に密接な正の相関関係があると考えられる。

次に燐酸塩類のクロカワ，キハダおよびハモ，グチ混合摺身の吸水率に及ぼす関係を Fig. 6～8 に掲げたが，いづれの魚肉に於ても燐酸塩溶液の濃度が高くなれば吸水力が大となる。岡田・多田[7)] 等は魚介類の膨潤に及ぼす pH の影響を pH 3～12 に亘つて調べ，蛋白分子の荷電基の数に最も影響を及ぼすものは pH であり，pH が肉の膨潤に最も大きく影響するといつている。P·P·Na, T·P·Na 溶液に於ては溶液の濃度の上昇につれて pH が上昇し，吸水率の増大は pH の増大に起因する所が大きい。また Fig. 6, 7 に於ては H·P·Na は pH に殆んど変化なく Fig. 7 のキハダに於てはむしろ僅かではあるが pH は全域にわたつて低下しているにかかわらず，魚肉の吸水率は H·P·Na の濃度の増加につれて増大している。野口・木崎・西田[6)] は魚肉の酸による膨潤現象についての研究で，膨潤に最も影響するのは pH とイオン強度であつて，最大膨潤点 pH 1.8 に於ける膨潤にはイオン強度の最も大きい燐酸が最大の効果があると述べている。従つて Fig. 6, 7 に於て塩濃度の増加につれて吸水率の増加するのは H·P·Na では明らかに塩そのものの効果またはイオン強度の強大によるものであり，P·P·Na, T·P·Na 溶液に於ては pH の上昇が吸水力増大の最大の要因であろうがそれぞれの塩そのものの効果またはイオン効果がそれに附加されていると考えられる。食塩 1 モル溶液のイオン強度を 1 とすればイオン強度 $P=\frac{1}{2}\sum_i v_i Z_i^2$* の式から P·P·Na, T·P·Na 各 1 モル溶液のイオン強度は，それぞれ 10, 15 となる。従つて同じモル溶液に於ては P·P·Na は食塩の 10倍，T·P·Na は 15 倍のイオン強度を示すこととなる。しかし実際の効果は更に遙かに大きく，このイオン強度の 4～5 倍の効果を示す。(第 IV に詳しく説明する予定である。)

従つて Fig. 6～8 の吸水率曲線の塩濃度の増大に於ける吸水率の増大にはイオン強度の効果が非常に大きく作用していると考えられる。また本実験では魚肉に対して 4 倍量の塩溶液を使用しているため pH の上昇は Fig. 6～8 に示すように大きいが，実際のかまぼこでは摺身に対して 0.3% 程度の燐酸塩類の添加であるため I 報に述べたように，かまぼこの pH の上昇は非常に少く燐酸塩類のかまぼこに対する足補強効果には pH よりもむしろ燐酸塩添加によるイオン強度並びに塩そのものの効果の増大がより大きく作用していると考えられる。

SWIFT[5)] は燐酸塩添加によつて生肉の吸水率の増加とほぼ比例的に加熱肉の吸水率も増大することを実験

* $v_i$ を $i$ 種のイオン濃度，$Z_i$ を価数とする。

に依つて確めている。筆者等も豚赤肉に於てこれを確めた。即ち Fig. 9 である。従つて燐酸塩添加を行つた魚肉ねり製品は一旦加熱されるが吸水率の高められることが判る。

Fig. 4 からキハダ，クロカワの水に対する吸水率は約 0% であり，Fig. 5, 9 から豚赤肉の水に対する吸水率は 50～160% であつて，Fig. 1～3 からハモ肉の水に対する吸水率は 50～120% で，更に Fig. 8 から（ハモ 4: グチ 6）の摺身の吸水率は約 60% となつている。豚肉は非常に新鮮なものであつたので吸水率は高く表われており，Fig. 8 の摺身は食塩 2～3% 添加してあるので，この摺身に 4 倍の水を加えると食塩濃度が 0.4～0.6% となり，丁度吸水率の低下する所に当るので非常に低い値となつている。実際にグチでは肉：水＝1:9 にて実験を行つても遠心分離後上澄液が分離せず吸水率 900% 以上となる。足の強いものでは水を用いても分離しないで，燐酸塩溶液を用いれば更に吸水率が増大されて，吸水率の増加が測定出来ない。本実験に於てはそれ故吸水率の低い豚肉，キハダ，クロカワおよびハモ肉を用いた。

ハモは白身の魚であるが吸水率が低く，かまぼことしても足が弱い。昔から赤身の魚は足が弱いといわれキハダ，クロカワは吸水率が低い。赤身の魚肉は pH が低く，恐らくそれが吸水率の低いことおよび足の弱い一因と考えられる。更に生の赤身肉は生の白身の肉に比しミキサーで攪拌する時破砕されがたいので，ミキサーの攪拌効果が悪くこれが吸水率の低く表われる一因であると思われる。いづれにしろねり製品の足の強弱は殊にその材料生肉の吸水力の大小と密接な関係があると考えられる。

## 要　　約


従来の生肉の吸水力（または膨潤度）を測定する方法は長時間を要したので，迅速に測定するように改良した。即ち生肉 $M_g$ に $W_g$ の水を加えミキサーで攪拌し，その一定量 $100_g$ を遠心分離して上澄液 $C_g$ を得たとすれば吸水率 $Q$ は $Q(\%) = W/M(100 - C) - C$ で表わされる。この $Q$ の値は肉と水の量，ミキサーの性能，攪拌時間および遠心条件によつて変化するがこれらの条件を吟味し，条件さえ一定にして実験すれば実験誤差 1.7% 以下で吸水率を迅速に求めることが出来る。

この方法を用いて魚肉，豚肉について実験し，生肉の吸水力の強弱はねり製品の足の強弱と密接な正の相関関係にあることを知つた。


## 附　　記


原稿の高覧を給わつた京都大学の清水亘教授，絶えず御指導を給わつた大阪市立衛生研究所の葉玲俊夫・久保正徳・田中薫樹の各先生方並びに研究費の援助を給わつた上野製薬株式会社社長上野政治郎氏に厚く御礼申し上げると共に実験の一部担当をお願いした徳島ハム株式会社研究室の岩田弘・小田秀人の両君にも御礼申し上げます。最後に，“吸水率” The Factor of Water Intake という新しい言葉について色々御教示を賜つた東京水産大学助教授平野弘先生に深謝申し上げます。


## 文　　献


1) R. E. Morse: *Food Eng.*, **27**, 10, 84 (1955).
2) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌, **24**, 6～7, 545～550.
3) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌, **24**, 10.
4) 岡村一弘・横山理雄: 最近の 10 年間に於ける魚肉ねり製品の研究（総説），生活衛生，**2**, 1, 51～64 (1958).
5) C. E. Swift and Rex Ellis: *Food Tech*, **10**, 11, 546～552 (1956).
6) 野口栄三郎・木崎五一・西田よう子: 本誌, **16**, 12, 25～28 (1951).
7) 岡田　稔・多田節子: 本誌, **19**, 3, 178～184 (1953).
8) 志水　寛・清水　亘: 本誌, **21**, 7, 501 (1955).
9) 志水　寛・清水　亘・池内常郎: 本誌, **20**, 4, 295 (1954).

# 魚肉の褐変に関する研究—I.
## 加熱による白身魚肉の褐変

小野豊樹・永山文男
(東京水産大学)

# Studies on the Browning of Fish Flesh—I.
## Browning of White Flesh by Heat

Toyoki Ono and Fumio Nagayama

It has been suggested that the browning of fish flesh should also be a result of the Maillard's reaction such as includes ribose as a main sugar element instead of glucose.

In the present paper, results of the experiment for disclosing the browning of white flesh of fish are reported. The degree of browning grew in parallel with the length of storage of flesh (Table 1), while the free reducing sugars increased during the storage (Table 2). Free reducing sugars were decreased by autoclaving. There was found no browning with flounder flesh below 120°, but the flesh was browned at 100° by glucose addition, and browning was found even at 80° by ribose addition (Tables 3, 4). There were found some differences in the tendency of browning among the flathead, rock-trout, and sea-bass from the experiment on the effect of ribose (Table 5). It is considered that the browning reaction in fish flesh will be induced by perticipation of some important elements beside reducing sugars.

植物性食品の褐変現象は古くから多くの研究がされており，大別して酵素的[1]及び非酵素的[2]な褐変がある。一方動物性食品についての研究も近年多くなり，乳製品[3,4]，卵製品[5,6]，肉製品[7,8]等の褐変に関する報告がある。動物性食品の褐変は還元糖とアミノ化合物との縮合，いわゆる Maillard 反応に基くものであると考えられているが[9,10,11]，白身の魚肉の加熱処理による褐変も Maillard 反応によることが明かにされた[12,13]。しかし魚肉では乳及び卵製品の場合と異り，褐変を誘起する還元糖はグルコースより寧ろリボースであり，アミノ化合物はモデル実験[10,11]の場合と同様アルギニン，リジン，ヒスチジンであることが知られた。魚肉の褐変度が魚種により異る点は，魚肉内にリボースを遊離させるリボシド・ハイドロラーゼの存否によるものであろうといわれる[14]。

一般に白身の魚肉を缶詰製品とすることは稀で，例があつてもわが国では多くの場合有色の調味料を添加するために，鮭鱒，鰹鮪等元来肉色の濃い場合と同様に，或程度の褐変が起つても見逃され易いのではないかと考えられる。しかし一部の燻製品，塩干品，その他の魚肉製品の変色に関して，従来主に採り上げられて来た油脂及び肉色素以外の原因についても検討を要すると思われる。著者等は加熱処理による白身魚肉の褐変現象を観察し，その本質を明にし更には防止法を考究する基礎を得たいと考えているが，現在までに得た観察の結果を報告する。

## 実　　験

### 試　料

アイナメ *Hexagrammos otakii*, コチ *Platycephalus indicus*, スズキ *Lateolarax japonicus*, ヒラ

1958 年 8 月 25 日受理

メ *Paralichthys olivaceus* の活魚を試料とした。

**褐変度の測定**

肉片の色調を直接反射光により測定するのが望ましいが，本回は魚肉（固型のまま）10 g を 50 m*l* 容ビーカーに入れ，蒸溜水または糖の溶液 10 m*l* を加え，蓋をして約 10 lb（110～120°）で1時間加圧蒸煮したものの液汁を，径 15 mm の比色管に移し，430 m$\mu$ のフィルターを用いて Hilger 光電比色計で吸光度を測定した。なお同時に肉眼検査も行つたが，吸光度 0.120 以上のものが肉眼的に明かに褐変したと認められるものであつた。

**糖の定量**

HAGEDORN-JENSEN[15] の滴定法によつて遊離の還元糖を定量した。

## 結果及び考察

**鮮度と褐変度**

魚肉の鮮度と蒸煮液汁の褐変度との関係を観察し Table 1 のような結果を得た。魚種により蒸煮液汁の吸光度は異るが，一般に鮮度の低下に伴い褐変度は増加した。即ちアイナメの場合室温に1日放置した肉の蒸煮液汁の吸光度は新鮮肉の倍に達した。コチの液汁はアイナメより褐色度が強く，鮮度の低下により更に色が濃くなつた。スズキは極めて褐変を起し難い。氷蔵して鮮度低下を抑えれば同時に褐変も抑えられると考えられる。

**遊離還元糖量**

ヒラメの肉の遊離グルコース量をペーパークロマトグラフによつて分別定量して Table 2 に示すような

**Table 1.** Freshness and browning of fish flesh. To 10 g. of flesh 10 m*l*. of distilled water was added and autoclaved for 1 hour at 10 lb. (110～120°). Absorbancy of drip was measured at 430 m$\mu$ with 15 mm. tube.

| Species | | Storage (day) | Absorbancy of drip | |
|---|---|---|---|---|
| Common name | Scientific name | | Room temp storage. | Ice storage |
| "Ainame" Rock-trout | *Hexagrammos otakii* | 0 | 0.065 | 0.065 |
| | | 0.5 | 0.092 | 0.075 |
| | | 1 | 0.129 | 0.085 |
| | | 2 | 0.325 | 0.152 |
| 〃 | 〃 | 0 | 0.050 | 0.050 |
| | | 1 | 0.132 | 0.085 |
| | | 2 | | 0.085 |
| | | 3 | | 0.135 |
| | | 5 | | 0.300 |
| 〃 | 〃 | 0 | 0.066 | 0.066 |
| | | 0.5 | 0.113 | 0.099 |
| | | 2 | 0.189 | 0.102 |
| | | 4 | | 0.170 |
| | | 5 | | 0.205 |
| "Kochi" Flathead | *Platycephalus indicus* | 0 | 0.200 | 0.200 |
| | | 1 | 0.282 | 0.200 |
| | | 2 | 0.350 | 0.230 |
| | | 3 | | 0.265 |
| | | 4 | | 0.285 |
| | | 5 | | 0.400 |
| "Suzuki" Sea-bass | *Lateolabrax japonicus* | 0 | 0.084 | 0.084 |
| | | 1 | 0.098 | 0.077 |
| | | 2 | | 0.098 |
| | | 4 | | 0.105 |
| | | 5 | | 0.151 |

結果を得た。即ち殺した直後の実験を除いて，加圧蒸煮によつてグルコース量は約45mg％の減少を示した。殺した直後の試料で加圧蒸煮によるグルコースの増加がみられた点については今後なお検討を加えたい。

**Table 2.** Glucose in flounder (*Paralichthys olivaceus*) flesh.

| Storage (day) | Glucose (mg. %) | | Difference (mg. %) |
|---|---|---|---|
| | Fresh | Autoclaved | |
| 0 | 47.4 | 68.1 | +20.7 |
| 1 | 125.1 | 80.0 | −45.1 |
| 2 | 138.7 | 95.7 | −43.0 |
| 3 | 151.6 | 104.5 | −46.0 |

**加熱温度と糖量と色**

ヒラメの肉を種々の温度で 30 分処理すると，Table 3 のように20° 及び 40° では解糖反応の進行により遊離還元糖は増加するが，60° では蛋白の凝固が始まり前二者より糖量は少い。80°，100° の実験では更に還元糖が少く，肉片は肉眼的には凝固により白色不透明となり，120°では褐変が起つた。次に蒸溜水の代りにリボースの溶液 (200 mg %) を加え前同様に処理したところ，Table 3 に示すように，処理温度の高い程還元糖量が減少し，120° の試験区だけでなく 100° でも明かに褐変を起した。

**Table 3.** Effect of temperature on sugar content and colour of flounder flesh with and without ribose.

| Temp., °C | Without ribose | | With ribose* | |
|---|---|---|---|---|
| | Red. sugar, mg. %. | Appearance | Red. sugar, mg. %.** | Appearance |
| 20 | 172.5 | No change | 316.5 | No change |
| 40 | 161.0 | Slightly turbid | 322.0 | Slightly turbid |
| 60 | 113.5 | Beginning of coagulation | 263.0 | Beginning of coagulation |
| 80 | 86.0 | White | 232.5 | Light yellow |
| 100 | 88.0 | White | 226.0 | Light brown |
| 120 | 82.5 | Yellow | 217.5 | Brown |

* 200 mg. %. ** Calculated as glucose.

**Table 4.** Effect of sugar on colour of flounder flesh during heat process.

| Temp. (°C) | 100 | 120 |
|---|---|---|
| Flesh | White | Yellow |
| Flesh+ribose | Light brown | Brown |
| Flesh+glucose | Yellow | Light brown |

**リボース及びグルコースの影響**

ヒラメの肉にリボースの溶液 (200 mg %) 及び同濃度のグルコース溶液を加え 100° 及び 120° で1時間処理した場合，外観は，Table 4 に示したようにリボース添加区は 100° で褐変を起したがグルコース添加区は 120° でも褐変度はリボースより小さかつた。そこでリボース添加量を変えて 120° 処理を行つたところ Table 5 のように，添加量の増加に伴い褐変度も大きくなつた。殊にコチの着色度は極めて大きく，一方スズキは最も褐変度が小さかつた。

以上の結果から考察して，加熱処理による魚肉の褐変度は魚種により異るが，鮮度の低下が褐変度の増加をもたらし，魚肉を氷蔵することにより褐変がかなり抑えられることから，褐変反応は魚肉内の自己分解生成物に基くものであることは明かであり，また，魚肉にグルコース，リボース等還元糖を添加すれば褐変度が増すことから，魚肉内の遊離還元糖が一つの大きな因子となつていると考えられる。しかしグルコースはリボースに比し褐変を起す効果が小さいことはすでに他の研究者によつても明かにされていることであり[12,13]，カレイの場合遊離還元糖が 125 mg % で明かに褐変しているにも拘らずスズキでは 150 mg % でも褐変しないことなどは，通常の筋肉内解糖反応生成物であるグルコースが褐変因子としてさして重要なもの

**Table 5.** Effect of ribose on browning of flesh by autoclaving.

| Ribose added \ Species | "Ainame" 1 | "Ainame" 2 | "Kochi" | "Suzuki" |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.050 | 0.066 | 0.200 | 0.080 |
| 1 | 0.075 | 0.109 | 0.302 | 0.084 |
| 2 | 0.085 | | 0.350 | 0.099 |
| 3 | 0.112 | 0.122 | 0.372 | |
| 4 | 0.123 | | 0.380 | |
| 5 | 0.130 | 0.130 | 0.391 | 0.107 |
| 6 | 0.131 | 0.140 | | 0.110 |
| 7 | | 0.141 | 0.410 | 0.120 |
| 8 | | 0.145 | 0.426 | 0.168 |
| 9 | | 0.152 | | 0.191 |
| 10 | 0.195 | 0.156 | 0.467 | 0.195 |

Ribose was added to 10 g. of flesh (mg). Colour of autoclaved drip was measured in the same manner as in Table 1.

でないことを示すものであろう。そこでリボースが褐変因子と考えられるのであるが，リボース添加量を変えた場合，魚種によつて褐変度の増加にかなりの差異が見られるのは，糖以外に褐変の重要な因子が存在することを明かに示すものであろう。

今後褐変因子となる還元糖の種類及び糖以外の因子を明かにし，魚肉の褐変現象の機構を追究したいと考える。

## 要　約

1. 白身の魚肉の加熱処理による褐変を観察した。

2. 褐変度は魚種により異るが，鮮度の低下により褐変度を増し，魚肉を氷蔵すれば褐変度の進行は抑えられる。

3. グルコース及びリボースを添加すれば褐変度が増大するが，グルースよりもリボースが褐変度を増大させる効果が遙に大きい。

4. リボースを添加してもスズキは極めて褐変を起し難く，コチは無添加でも褐変し，かつリボース添加によつて褐変度を著しく増す。

5. 魚肉の褐変には糖以外の因子が重要な役割を演じていると考えられる。

本研究は一部文部省科学研究費によるものであることを附記する。

## 文　献

1) M. A. JOSLYN and J. D. PONTING: *Adv. Food Res.*, **3**, 1 (1951).
2) E. R. STADTMAN: *ibid.*, **1**, 325 (1948).
3) S. T. COULTER, R. JENNESS and W. F. GEDDES: *ibid.*, **3**, 45 (1951).
4) A. Z. HODSON: *Ind. Eng. Chem.*, **42**, 694 (1950); *J. Am. Dietitics Ass.*, **27**, 488 (1951); *Food Res.*, **17**, 168, 467 (1952); *ibid.*, **19**, 224 (1954); *Food Technol.*, **10**, 221 (1956).
5) D. SCOTT: *J. Agr. Food Chem.*, **1**, 727 (1953).
6) A. F. CARLIN and J. C. AYRES: *Food Technol.*, **7**, 268 (1953).
7) R. L. HENRICKSON, D. E. BRADY, C. W. GEHRKE and R. F. BROOKS: *Food Technol.*, **9**, 290 (1955); *ibid.*, **10**, 1 (1956).
8) M. C. BURNETT, C. W. GEHRKE and D. E. BRADY: *J. Agr. Food Chem.*, **3**, 524 (1955).
9) J. P. DANEHY and W. W. PIGMAN: *Adv. Food Res.*, **3**, 241 (1951).
10) J. E. HODGE: *J. Agr. Food Chem.*, **1**, 928 (1953).
11) K. V. GIRI, P. B. RAMARAO, and R. RAJAGOPALAN: *Food Res.*, **18**, 217 (1952).
12) H. L. A. TARR: *Progress Rept. Pacific Coast Statns., Fish. Res. Bd. Canada*, **74**, 17 (1948); **92**, 23 (1952); *J. Fish Res. Bd. Canada*, **8**, 74 (1950); *Nature*, **171**, 344 (1953); *Food Technol.*, **8**, 15 (1954).
13) H. L. A. TARR and H. M. BISSETT: *Progress Rept. Pacific Coast Statns. Fish. Res. Bd. Canada*, **98**, 3 (1954).
14) H. L. A. TARR: *Food Proceedings*, **13**, 309 (1954); *Biochem. J.*, **59**, 386 (1955).
15) H. C. HAGEDORN and B. N. JENSEN: *Biochem. Zs.*, **135**, 46 (1923); **137**, 92 (1923).

# プランクトン脂質の研究—II.*

## 南氷洋および北洋 Euphausiacea 油脂の脂肪酸成分

佐伯誠道・方 士 珍・森 高次郎
(東京大学農学部)

# Studies on the Lipid of Plankton—II.

## Fatty Acid Composition of Lipids from Euphausiacea Collected in the Antarctic and Northern Pacific Oceans.

Masamichi Saiki, Shin-chen Fang and Takajiro Mori

The lipids of krills, *Euphausia superba* from the Antarctic Ocean and Euphausiacea (*Euphausia pacifica* with a little amount of *Thysanoessa inermis* and *Thysanoessa longites*) from the Northern Pacific Ocean, were examined.

The specimens obtained from the stomach of fin whales in good condition, were extracted with alcohol, acetone and ether, and reddish brown lipids were obtained. The lipid of the former specimen contains less amount of unsaponifiable matter than that of the latter (Table 1).

The fatty acids of the former are composed of 28.2% saturated acids (palmitic 14.4%, myristic 11.9% and the trace of stearic and lauric) and 71.8% unsaturated acids ($C_{18}$ 34.7%, $C_{16}$ 18.6%, $> C_{20}$ 13.6%, $C_{14}$ 4.5% and the trace of $C_{12}$), whereas the latter are composed of 16.1% saturated acids (palmitic 13.8% and the trace of stearic and myristic) and 83.9% unsaturated acids ($C_{18}$ 52.8%, $> C_{20}$ 15.5%, $C_{16}$ 8.6% and $C_{14}$ 7.0%).

The difference of fatty acid composition between Euphausiacea gathered in the Antarctic and the Northern Pacific Oceans resembles that observed between fin-whale blubber oils from the both oceans[5].

### 緒 言

沖アミ類 Euphausiacea は魚類，鯨類の主要な餌である。なかんずく，ヒゲ鯨類は南氷洋においては殆んど *Euphausia superba* のみを飽食し，北洋においても Euphausiacea の *Euphausia pacifica*, *Thysanoessa* spp. と橈脚類 Copepoda の *Calanus cristatus*[1] とを主な餌としている。筆者らは，水産生物の油脂代謝および油脂利用上の考察に資するため，南氷洋と北洋の Euphausiacea の油脂脂肪酸成分を調べた。海洋の主要プランクトンである Euphausiacea については生物学的研究[2),3)]は多々なされているが，その化学的成分に関する研究は甚だ少なく，僅かにその油脂性状[4)]が知られているのみで脂肪酸成分については従来全く報告を見ない。

### 実験および結果

**実験材料** 南氷洋および北洋において，ナガスクジラ胃内容物の殆んど未消化と観察されるものを集めた。

南氷洋産: 1955～1956 年の漁期に南氷洋において図南丸船団により漁獲されたナガスクジラの胃内容物を直ちに冷凍した後研究室に運び実験に供した。この試料は全部 *Euphausia superba* であつた。ソックレーによりエーテル抽出して測定した含油量は18.42% (乾物) である。

1958 年 9 月 25 日受理

* "鯨油の研究—XII. *Calanus cristatus* 脂質〔本誌 **21**, 1041 (1956)〕" を "プランクトン脂質の研究—I" とする。

北洋産: 1955年9月12日に北緯55°08′, 西経167°50′にて捕獲された体長57フィート, 雄のナガスクジラの胃内容物を採取したものである。試料 Euphausiaceaは冷凍して研究室に送り実験に供した。この試料は大部分 *Euphausia pacifica* であつたが, *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa longites* の少量が混在していた。含油量は 22.71% (乾物) である。

各々この冷凍試料を精製アルコール, アセトン, エーテルで順次抽出し, 赤褐色粘稠状の油脂を採取し供試油とした。

**混合脂肪酸の製取**　供試油を2N-苛性カリ・アルコール溶液にて鹸化し不鹸化物をエーテル抽出して完全に除去した後石鹸液を稀塩酸で分解し, 遊離した脂肪酸をエーテル抽出した。この抽出エーテル液を水洗, 芒硝で脱水後, エーテルを脱して混合脂肪酸を採取した。混合脂肪酸の沃素価は Table 1 の如くである。なお, 供試油の不鹸化物含量を Table 1 に示したが, 北洋産は南氷洋産に較べて不鹸化物量が高い。

**鉛塩アルコール法による分別**　混合脂肪酸を鉛塩アルコール法によつて分別し固体脂肪酸と液体脂肪酸とを得た。各々の収量および沃素価は Table 2 に示す如くである。

**減圧分別蒸溜**　固体および液体脂肪酸はそれぞれメチルエステルとなし, ニクロム線を巻いたウイッドマー精溜管を用いて減圧分別蒸溜を行つた。その分溜成績は Table 3~6 の如くで, これより算出した脂肪酸成

**Table 1.** Content of unsaponifiable matter and iodine value of mixed fatty acids.

| | Content of unsaponifiable matter (% in lipid) | Iodine value of mixed fatty acids |
|---|---|---|
| Specimen from the Antarctic Ocean | 4.3 | 140.8 |
| Specimen from the Northern Pacific Ocean | 16.8 | 157.9 |

**Table 2.** Solid and liquid fatty acids separated by lead salt-alcohol method.

| | | Specimen from the Antarctic Ocean | | Specimen from the Northern Pacific Ocean | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Solid fatty acids | Liquid fatty acids | Solid fatty acids | Liquid fatty acids |
| Yield | g | 22.662 | 60.158 | 14.685 | 38.200 |
| | % | 28.23 | 71.77 | 27.77 | 72.23 |
| Iodine value (Wijs) | | 13.1 | 193.9 | 70.4 | 190.7 |

**Table 3.** Fractional distillation of methyl esters of solid fatty acids (Specimen from the Antarctic Ocean).
Pressure····1 mmHg
Column····Widmer column (Height: 20 cm)

| Fraction | Boiling point °C | Yield g | Yield % | Sapon. value | Iodine value |
|---|---|---|---|---|---|
| S-1 | -118.0 | 1.98 | 12.96 | 225.5 | 2.1 |
| S-2 | 118.0-128.0 | 2.70 | 17.63 | 222.3 | 3.1 |
| S-3 | 128.0-133.5 | 2.92 | 19.07 | 217.5 | 5.4 |
| S-4 | 133.5-134.0 | 3.82 | 24.95 | 210.3 | 7.2 |
| S-5 | 134.0- | 2.86 | 18.66 | 199.2 | 48.2 |
| S-R | — | 1.03 | 6.73 | — | — |
| | | 15.31 | 100.00 | | |

**Table 4.** Fractional distillation of methyl esters of liquid fatty acid (Specimen from the Antarctic Ocean).
Pressure····1 mmHg
Column····Widmer column (Height: 20 cm)

| Fraction | Boiling point °C | Yield g | Yield % | Sapon. value | Iodine value |
|---|---|---|---|---|---|
| L-1 | -128.0 | 1.48 | 2.95 | 245.1 | 47.8 |
| L-2 | 128.0-134.0 | 1.76 | 3.51 | 232.7 | 36.1 |
| L-3 | 134.0-139.0 | 1.79 | 3.57 | 224.8 | 58.6 |
| L-4 | 139.0-144.0 | 1.77 | 3.53 | 218.1 | 81.3 |
| L-5 | 144.0-146.0 | 3.39 | 6.76 | 215.9 | 88.7 |
| L-6 | 146.0-150.0 | 3.20 | 6.38 | 204.9 | 90.9 |
| L-7 | 150.0-154.0 | 3.21 | 6.41 | 200.8 | 95.8 |
| L-8 | 154.0-157.0 | 4.01 | 8.00 | 199.7 | 105.9 |
| L-9 | 157.0-157.0 | 5.13 | 10.23 | 194.1 | 117.4 |
| L-10 | 157.0- | 19.25 | 38.59 | 184.3 | 201.5 |
| L-R | — | 5.04 | 10.07 | — | — |
| | | 50.03 | 100.00 | | |

**Table 5.** Fractional distillation of methyl esters of solid fatty acids (Specimen from the Northern Pacific Ocean).
Pressure····1 mmHg
Column····Widmer column (Height: 20 cm)

| Fraction | Boiling point °C | Yield g | Yield % | Sapon. value | Iodine value |
|---|---|---|---|---|---|
| S−1 | −135.0 | 2.125 | 17.30 | 210.5 | 1.4 |
| S−2 | 135.0−136.0 | 4.366 | 35.55 | 207.7 | 17.9 |
| S−3 | 136.0−149.0 | 2.244 | 18.27 | 198.5 | 40.8 |
| S−4 | 149.0−149.0 | 1.697 | 13.82 | 181.5 | 85.3 |
| S−5 | 149.0− | 0.714 | 5.81 | 154.2 | 214.1 |
| S−R | — | 1.136 | 9.25 | — | — |
| | | 12.282 | 100.00 | | |

**Table 6.** Fractional distillation of methyl esters of liquid fatty acids (Specimen from the Northern Pacific Ocean).
Pressure····1 mmHg
Column····Widmer column (Height: 20 cm)

| Fraction | Boiling point °C | Yield g | Yield % | Sapon. value | Iodine value |
|---|---|---|---|---|---|
| L−1 | −135.0 | 1.408 | 4.06 | 228.7 | 86.3 |
| L−2 | 135.0−139.0 | 2.013 | 5.80 | 225.4 | 105.0 |
| L−3 | 139.0−147.0 | 1.940 | 5.60 | 223.8 | 102.8 |
| L−4 | 147.0−153.0 | 1.981 | 5.71 | 199.3 | 101.4 |
| L−5 | 153.0−154.0 | 5.039 | 14.51 | 191.1 | 117.3 |
| L−6 | 154.0−156.0 | 7.366 | 21.22 | 190.1 | 117.3 |
| L−7 | 156.0− | 10.941 | 31.53 | 185.7 | 188.9 |
| L−R | — | 4.015 | 11.57 | — | — |
| | | 34.703 | 100.00 | | |

**Table 7.** Compositions of the fatty acids (Wts. percent) of lipids from Euphausiacea.

| | Fatty acids | $C_{12}$ | $C_{14}$ | $C_{16}$ | $C_{18}$ | $>C_{20}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Specimen from the Antarctic Ocean (*Euphausia superba*) | Saturated | 0.5 | 11.9 | 14.4 | 1.4 | — |
| | Unsaturated | 0.4 | 4.5 | 18.6 | 34.7 | 13.6 |
| Specimen from the Northern Pacific Ocean (Euphausiacea)* | Saturated | — | 1.0 | 13.8 | 1.3 | — |
| | Unsaturated | — | 7.0 | 8.6 | 52.8 | 15.5 |

* *Euphausia pacifica* with a little amount of *Thysanoessa inermis* and *Thysanoessa longites*.

分は Table 7 の如くである。

## 摘　要


供試 Euphausiacea の含油量は乾物に対し，南氷洋産 18.42%，北洋産 22.71% であり，後者の方がやや高い。その油脂の不鹸化物含量は南氷洋産は 4.28%，北洋産が 16.8% で北洋産は南氷洋産に較べてかなり高い。南氷洋 ***Euphausia superba*** 油脂の脂肪酸は飽和酸 28.2%，不飽和酸 71.8% より成り，飽和脂肪酸はパルミチン酸，ミリスチン酸を主成分とし，少量のステアリン酸と微量のラウリン酸が見られ，不飽和脂肪酸は $C_{18}$ 列が主成分で $C_{16}$, $C_{20}$, $C_{14}$ 列がこれに次ぐ。北洋 Euphausiacea spp. 油脂の脂肪酸は飽和酸 16.1%，不飽和酸 83.9% よりなる。飽和脂肪酸としてはパルミチン酸が主で極く少量のステアリン酸とミリスチン酸が存在する。不飽和脂肪酸は $C_{18}$ 列が著しく多く，次いで $C_{20}$, $C_{16}$, $C_{14}$ の順となつている。

北洋産の Euphausiacea の脂肪酸成分を南氷洋のそれに比べると飽和酸のミリチスン酸が著しく少く，不飽和酸では $C_{16}$ 列脂肪酸が少いが $C_{18}$ 列が甚だ多い点が異なつている。すなわち北洋産 Euphausiacea は南氷洋産 ***Euphausia superba*** に比べて炭素数の多い不飽和脂肪酸が多いが，これは両洋のナガスクジラ皮油に認められている傾向[5]と一致している。



本研究は昭和 32 年度文部省科学研究費（各個研究）によつてなされた研究の一部である。なお，プランクトンの種の同定をしていただいた本学海洋学教室小牧勇蔵氏に感謝する。


## 文　献


1) 佐伯誠道・森高次郎: 本誌 **21** (9), 1041 (1956).
2) L. R. Fisher, *et al.*: Jour. Mar. Biol. Assoc., **34** (1), 81 (1955).
3) B. P. Boden, *et al.*: Bull. Scripps Inst. Oceanog., **6** (8), 287 (1955).
4) 佐伯誠道・森高次郎: 本誌 **19** (5), 611 (1953).
5) T. P. Hilditch: "The Chemical Constitution of Natural Fats", London (1949).

# The Mechanism of the Slime Formation on Sugared Kamaboko. II. Identification of Dextran with Enzyme Preparation from Penicillium funiculosum

Hitoshi Uchiyama and Keishi Amano
*(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)*

In the first paper of this series (Uchiyama and Amano, 1958) a problem of slime formation, frequently encountered on the surface of sugared Kamaboko after certain period of storage, was described as to the factors being considered to promote this particular kind of spoilage.

The slime, or a substance referred to 'Neto' by the people of the industry, can be characterized with its watery transparency and jelly-like viscous property, that is produced only if sucrose or raffinose has been incorporated in Kamaboko products, and is never formed from some other sources of carbohydrate, including glucose, fructose, arabinose, galactose, starch and inulin.

When the spoilage of sugared Kamaboko takes place, a rapid decrease of sucrose is observed. However, after a certain lapse of storage time, the amount of reducing sugar shows a trend of increase, and, eventually the slimy carbohydrate polymer was produced on the surface of this food.

From these biochemical observations as well as chemical and physical properties of the purified product obtained from the slime by repeated precipitation with methanol, the writers presumed that dextran would be the most responsible instigator for the slime formation on a sugard Kamaboko.

In order to make further confirmation for the above conclusion, an identification test specific for dextran, using dextranase prepared from *Penicillium funiculosum*, was carried out in the present work.

In 1952, Jeanes et al already pointed out that *Penicillium funiculosum*, *Penicillium lilacinum*, *Penicillium verruculosum* and other related molds are capable of developing an extracellular enzyme which splits dextran. In submerged culture of these micro-organisms, they found free enzyme which brings dextran into cleavage at the site of the $\alpha$-1, 6 glucosidic linkage of this compound.

With regard to the enzymatic activity of dextranase, Kobayashi (1954) reported a case of *Penicillium* strain which produced an active dextranase when a certain

*Received Oct. 6, 1958*
Contribution B No. 303 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

amount of dextran was added to the culture medium prior to inoculation, meanwhile only a weak activity of the enzyme was noticed when the test strain was grown in dextran-free medium.

So, the microorganism and the cultural medium to be employed was carefully determined in this study from the angle of the above two articles.

## Materials and Methods

*'Neto' sample*

The 'Neto' sample used in this experiment was prepared in a similar manner mentioned in the previous paper. First, 'Neto' was washed off with hot water from spoiled pieces of sugared Kamaboko which were introduced from a commercial plant in Odawara, the place well known for producing sugared Kamaboko. The suspension thus obtained was centrifuged in order to obtain 'Neto' preparations which were free from small fragments of Kamaboko. The supernatant was then added with methanol up to a concentration of 20 per cent to eliminate bacterial cells and minor amount of Kamaboko debris. After centrifugation, methanol was added to the supernatant so as to get final concentration of 50 per cent. The precipitate was then collected and dissolved in small amount of hot water, and further purification with methanol was repeated for three times. Approximately, 3 grams of dried 'Neto' product was obtained from 100 grams of comminuted sample of Kamaboko, which contains about 10 per cent of cane sugar.

*Preparation of dextran splitting enzyme.*

A 50 ml. portion of a modified Czapek's medium, containing 1% of dextran instead of sucrose, was placed in a 100 ml. Erlenmeyer flask and culture of *Penicillum funiculosum* from an agar slant was inoculated in this medium and incubated for 3 or 4 days at 30°C.

With development of the mold on surface of the medium, liquid portion, originally turbid due to the presence of dextran, became clearer which indicates production of dextranase in the medium. And the centrifugate obtained from the liquid portion was used as a crude dextranase solution.

*Measurement of the change in specific viscosity of 'Neto' solution by addition of dextranase.*

Dried 'Neto' was dissolved in hot water at a concentration which gave a specific viscosity between 0.8 and 1.0. After cooling, the solution was centrifuged in order to get an even consistency. Then, a 10 ml. quantity of the solution was placed into Ostwald's viscosimeter, fixed in a water bath at 25°C±0.1. After standing to equalize the temperature of test solution with that of water bath, 1 ml. of the dextranase solution was pippetted into the viscosimeter and the measurement was started immediatedly after mixing the solution and continued at intervals of five minutes.

*Inhibition of dextranase activity by mercuric chloride.*

Mercuric chloride was dissolved into filtrate from the culture of *Penicillium funiculosum*, so as to give the concentration of $10^{-2}$M and the mixture was kept for 30 minutes at 30°C. A 1 ml. portion of the solution thus prepared was then added to 10 ml. of 'Neto' solution with specific viscosity of about 1.2. The specific viscosity was determined with respect to the lapse of time for two hours.

*Calculation of intrinsic viscosity.*

There has been established that the intrinsic viscosity of dextran depends largely upon its mean molecular weight, as pointed out by KOBAYASHI (1953). So, the value of intrinsic viscosity was computed from the figures of specific viscosity by the following formula,

$$[\eta]=\lim_{C\to 0}\left[\frac{\eta_{sp}}{C}\right]$$

where C is the concentration of test solution in terms of percentage of 'Neto'.

*Identification of isomaltose, an end product derived from dextran by the action of dextranase.*

By the action of dextranase from *Penicillium funiculosum*, a remarkable reduction in viscosity of dextran can be induced, followed by an increase of a small amount of reducing sugar in the system. KOBAYASHI (1954) found out that isomaltose and isomaltotriose were positively present as end product of dextran. So, the detection of these compounds would be competent to identify dextran.

In the present work, a paper chromatographic isolation of isomaltose was carried out by a developing solvent, a mixture of butanol, pyridine and water with the following proportions; 3:2:1.5

A 10 ml. portion of 'Neto' solution was added with 1 ml. of the dextranase solution and five drops of a mixture of chloroform and toluene serving preventive measure of spoilage during the progress of enzymatic action. After standing for 24 hours at 40°C, 10 ml. of ethanol was added to the whole solution to remove the unattacked 'Neto' compound as precipitate. Then the filtrate obtained from the above mixture was concentrated to dryness on a water bath. The dried residue was next dissolved in 0.5 ml. water and about 25 gamma of the solution was placed on the one end of a paper strip and developed by the butanol-pyridine-water mixture.

After the development was completed, a detection specific for isomaltose was made by spraying aniline hydrogen phthalate, a mixture of 930 mg of aniline and 1.6 g of phthalic acid dissolved in 100 ml. of butanol saturated with water. The strip of paper was then heated for 5 minutes at 105°C. to develop the dark brown colored spot of isomaltose.

## Results and Discussion

In Table 1, the values of intrinsic viscosity for 'Neto' samples and dextran samples are shown for the benefit of comparison. A sample of pure dextran particularly prepared for clinical purpose, a product of Meito Co., Inc., gave a value of 0.75, almost doubled the values for the sample under study. There were a slight difference in the intrinsic viscosity between the 'Neto' from commercial Kamaboko and that from the culture, in which *Leuconostoc mesenteroides* was inoculated in a sterilized Kamaboko medium. However, the value for the dextran, obtained from a pure culture of *L. mesenteroides* in a medium containing pepton, yeast extract, sucrose, $K_2HPO_4$, and NaCl, was found to be rather higher than those of 'Neto' sample.

**Table 1.** Intrinsic viscosities of pure clinical dextran, 'Neto' and the dextran prepared by pure culture of *L. mesenteroides* isolated from spoiled sugared Kamaboko.

| Variety of Sample | Intrinsic viscosity [η] |
|---|---|
| 1. Clinical dextran | 0.75 |
| 2. 'Neto'* | 0.33 |
| 3. Pure cultured dextran** | 0.40 |
| 4. 'Neto'*** | 0.39 |

* Prepared from commercial sugared Kamaboko.

** Cultivation of *L. mesenteroides*, isolated from a spoiled sugared Kamamoko, was carried out in a medium containing pepton $K_2HPO_4$, yeast extract, NaCl and sucrose.

*** Cultivation of the above strain of *L. mesenteroides* was carried out in a sterilized sugared Kamaboko.

The nutritional requirement of *Leuconostoc* strain in dextran synthesis is rather strict as pointed out by Whiteside-Carlson (1949). In fact, it is hard to produce dextran from sucrose, if thiamin, nicotinic acid and some other growth factors are lacking in the medium. Consequently, yeast extract is generally used to fill the requirement for dextran synthesis.

In Table 2, an example for no productivity of dextran was demonstrated in the medium in which yeast extract was entirely absent.

**Table 2.** Effect of omission of yeast extract on the acid and dextran production in sucrose medium performed by *L. mesenteroides*.
(A 3-day incubation at 25°C)

| Mdium | PH | Sucrose g% | Reducing sugar g% | Dextran g% |
|---|---|---|---|---|
| With yeast extract (Before Inoculation) | 7.51 | 10 | — | — |
| With yeast extract | 4.88 | 0.35 | 4.45 | 2.27 |
| Without yeast extract | 7.44 | 8.12 | 0.83 | 0 |

The basal medium employed has the same composition as given in the remark under Table 1.

Kobayashi (1952) mentioned that the intrinsic viscosity of dextran gives a linear relation with its mean molecular weight, for instance, each value for 0.39, 0.48, 0.84 and 0.80 corresponds to 53,200, 78,000, 152,000 146,000 of mean molecular weight,

respectively. Consequently, the value, 0.75, for the clinical dextran should be equivalent to a molecular weight between 130,000 and 140,000. And similarly, the intrinsic viscosity of 0.33 found for 'Neto' can be interpreted as a mean molecular weight of 40,000.

The fact that the value for the dextran produced by a strain of *Leuconostoc mesenteroides* from spoiled Kamaboko is low might be a problem, however, it could be attributed to a characteristic of each *strain of Leuconstoc*. McCLESKY (1947) grouped *Leuconostoc mesenteroides* into four different types by distinction of the colonies. And chemical and physical properties of these four types, A, B, D and F, were distinguishable with each other, as reported by JEANES (1956). Incidentally, the low level claimed for the intrinsic viscosity of 'Neto' from sugared Kamaboko seems to have some bearings with the type strain of *Leuconostoc* which dominantly develops on Kamaboko.

Dextran, once formed on sugared Kamaboko, is not likely decomposed by other kinds of microorganism which inhabit on the same stuff, because there is quite a similarity of the value of intrinsic viscosity between the 'Neto' from spoiled Kamaboko and dextran produced by *Leuconostoc mesenteroides* which has been isolated from the aforementioned sample, as shown in Table 1.

The breakdown of clinical dextran by dextranase from *Penicillium funiculosum* took place abruptly, immediately after addition of the enzyme to the sample. Figure 1 indicates the rapid decrease of specific viscosity happening in first ten minutes and a following slow diminution.

In case of Neto sample, the reduction in specific viscosity effected by that enzyme was observed as ranging from 1.0 to 0.4, in approximately 20 minutes standing, as seen in Figure 2. The difference in the extent of breakdown for both kinds of dextran, might be due to the possible prevalence in number of $\alpha$-1, 6 glucosidic linkage of the clinical dextran over 'Neto' dextran.

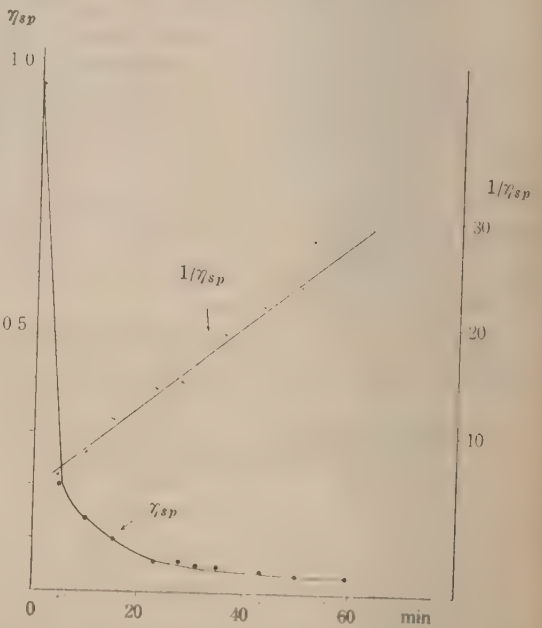



**Fig. 1.** Specific viscosity and reciprocal of specific viscosity of pure dextran under the action of dextranase from the culture of *Penicillium funiculosum*.

Because dextranase is capable of hydrolyzing only $\alpha$-1, 6 linkage of dextran, so, the percentage of content of the linkage other than $\alpha$-1, 6-linkage would be particularly

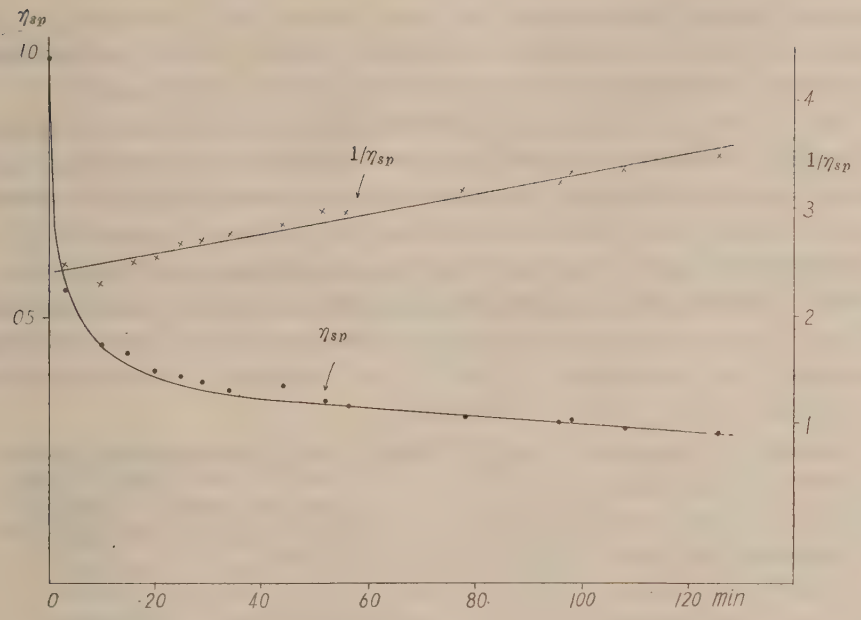



**Fig. 2.** Specific viscosity and reciprocal of specific viscosity of ' Neto ' under the action of the dextranase isolated from a culture of *Penicillium funiculosum*.

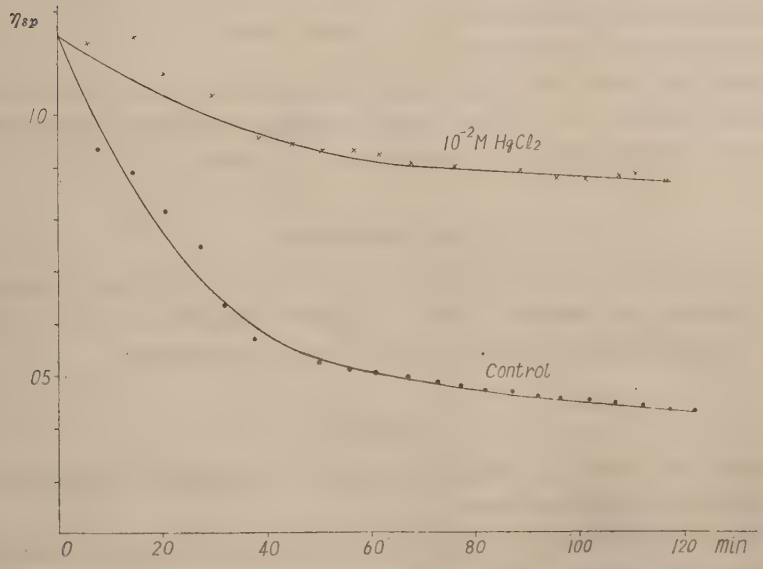



**Fig. 3.** Inhibitory effect of $HgCl_2$ against the dextranase from Penicillum funiculosum. The upper curve indicates the slowing-down of viscosity fall with application of a $HgCl_2$-added dextranase.

large in the case of 'Neto' dextran.

However, pattern of the change in reciprocal of specific viscosity was found linear to the time of reaction for both types of dextran.

This may mean that splitting by dextranase happens at a particular position in the structure of dextran. Probably, linear relationship between the reciprocal of specific viscosity and the time of incubation will not be observed, if all the linkages involved in such a highly polymerized compound were broken at random.

It is already known that the activity of dextranase is remarkably inhibited by a few kinds of heavy metal salt, such as $HgCl_2$, $CuSO_4$ and $AgNO_3$. In Figure 3, $HgCl_2$ indicates an inhibitory effect on the dextranase solution prepared from *Penicillium funiculosum* at its concentration of $10^{-2}$ M, after incubation for 30 minutes at 30°C in the enzyme solution.

By paper chromatographic isolation, presence of isomaltose was confirmed in the 'Neto' solution treated with dextranase. As shown in Table 3, Rf value of 0.3 obtained for the sample agreed well with that of pure isomaltose. There was found also another spot with Rf value 0.18, which is assumed as isomaltotriose because of its good conformity in Rf value, though a standard run with pure isomaltotriose was not carried out. From the finding above discussed, it will be certain that the slimy product, so-called 'Neto', from sugared Kamaboko chiefly consists of a kind of dextran with a comparatively small number of $\alpha$-1, 6 linkage.

**Table 3.** Paper chromatographic identification of the end product of 'Neto' and pure dextran by means of a dextranase from *Penicillium funiculosum*.

| Sample used | Rf | Rf |
|---|---|---|
| Isomaltose | 0.30 | — |
| Dextran* | 0.30 | 0.18 |
| Dextran* | 0.29 | 0.18 |
| 'Neto' | 0.29 | 0.18 |

* Clinical dextran.

**Acknowledgements**

The authors wish to thank Dr. Tsuneo KOBAYASHI of the Tokyo University for his encouragement and assistance. Also, the authors thank Prof. Yasuhiko TSUCHIYA of Tohoku University for his effort in supplying us with isomaltose.

**Summary**

It became more certain that the 'Neto' product from sugared Kamaboko may be dextran by the following observations.

1. Viscosity of the 'Neto' solution as well as that of a clinical dextran solution decreased when subjected to hydrolysis by dextranase which was prepared from a culture of *Penicillium funiculosum*. And the rate of reduction in viscosity was greater for pure clinical dextran than for 'Neto' dextran. Therefore, the number of $\alpha$-1, 6 linkage

in the structure of 'Neto' dextran would be smaller than that in the pure clinical dextran.

2. The activity of the dextranase from culture of *Penicillium funiculosum* was weakened by addition of mercuric chloride.

3. The intrinsic viscosity of 'Neto' dextran was smaller than that of pure clinical dextran. The difference would be due to the type of *Leuconostoc* strain which grows on Kamaboko product.

4. The presence of isomaltose in the hydrolysate resulted by dextranase action was ascertained by paper chromatographic identification. And, probably, isomaltotriose could be formed as well under the same circumstance.

## References

1) H. Uchiyama and K. Amano: Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, **23** 716–722 (1958).
2) A. Jeanes: Journal of Bacteriology, **64**, 513–519, (1952).
3) T. Kobayashi: Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan, **28**, 351–357 (1957).
4) T. Kobayashi: Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan, **25**, 421–423 (1953).
5) V. Whiteside-Carlson: Journal of Bacteriology, **58**, 134–141, (1949).
6) C. S. McClesky: Journal of Bacteriology **54**, 697–708, (1947).

# 幽門垂 Trypsin Inhibitor の研究—I.
## 製法及びその二・三の性質に就いて

栗 原 道 彦
(清水製薬株式会社)

# Studies on the Trypsin Inhibitor of Pyloric Coeca—I.
## Preparation and its Some Properties

Michihiko KURIHARA

The trypsin inhibitor has been obtained from the pyloric coeca of bonito. The method of isolation was essentially the same as used for pancreatic trypsin inhibitor[1], the outlines of which are as follows.

The minced pyloric coeca was extracted with 0.25 N-$H_2SO_4$ and ammonium sulfate was added to a concentration of 17% (W/W) to the extract. The resulting precipitate (Fr. 1) was filtered off, and ammonium sulfate was added further to a concentration of 38% to the supernatant. The formed precipitate (Fr. 2) was dissolved in distilled water, an equal volume of 5% trichloroacetic acid was added to the solution, and the mixture was heated at 80°C for 5 minutes. The precipitate was removed, and the active principle in the filtrate was precipitated by salting out with 38% ammonium sulfate. The precipitate was dissolved in distilled water at pH 3, and ammonium sulfate was added to a concentration of 20%. The formed precipitate (Fr. 4) was separated, then ammonium sulfate was added to 38% concentration in the supernatant. The aqueous solution of the precipitate (Fr. 5) was further fractionated by etheanol. The precipitate which formed with 80% ethanol concentration was designated as Fr. 6. The precipitate which formed from the supernatant with 90% ethanol concentration was designated as Fr. 7. Only Fr. 6 seemed to have a trypsin inhibiting activity (Table 1 to 3, and Fig. 1).

The several properties of the matter were studied. The biuret, ninhydrin, xanthoproteic, Sakaguchi, and Adamkiewicz color reactions were positive. The ultraviolet absorption spectrum of the aqueous solution was typical of proteins or polypeptides (Fig 2). It was not dialyzed through cellophane membrane. The aqueous solution was very stable and remained unchanged even after being heated in boiling water bath for 15 minutes (Table 4 and Fig. 3). Therefore, it seemes to belong to polypeptide.

Trypsin inhibitor は膵臓[1,2], 大豆[3], 血液[4], 初乳[5], 卵[6], 等から抽出されているが, 魚類從つて幽門垂よりは未だ報告されていない。しかし protease を多く含む幽門垂には trypsin inhibitor も存在するだろうと考えカツオ幽門垂より膵臓 trypsin inhibitor[1] 及び Coloustrum trypsin inhibitor[5] の抽出法を適用して抽出, 分劃沈澱を行い, その一つの fraction に効力のあることを知つたので報告する。

## 実 験 の 部

### 抽 出 法

鮮度のよいカツオ幽門垂を水洗後擂潰し, その 3 kg に 0.25 N-硫酸 6000 ml を加え氷冷したがら 1 時間攪拌抽出する。後遠心分離して上液をとり更にロシバルプで吸引沪過する。褐色透明な沪液に固体硫安を

1958 年 12 月 19 日受理

加え 17 % (W/W) にして一晩放置する。沈澱を沪別し沈澱は Fr. 1 とする。沪液には更に固体硫安を加えて 38 % とし数時間後沈澱を集める (F. 2)。

Fr. 1 は更に水 200 m*l* に溶し，pH 3 にして不溶物を除き，上澄に protease を除くため等量の 5 % トリクロル醋酸液を加え 80°C で 5 分間加熱後冷却，遠沈し上澄は 3 N-苛性ソーダで pH 3 とし硫安を加え 38 % として沈澱を生ぜしめ，集めた沈澱は水に溶して pH 3 に調整し，不溶物を除き上澄を凍結乾燥する (Fr. 3)。

また Fr. 2 は水 250 m*l* に溶解し，protease を除く等全く Fr. 1 と同様に処理して硫安濃度 38 % で生ずる沈澱を 300 m*l* の水に溶解して硫安で 20 % にし，数時間後 12000 r/min で遠沈し，沈澱は水で pH 3 で溶解し，不溶物は 12000 r/min で遠沈，上澄を凍結乾燥する (Fr. 4)。20 % 硫安塩析上澄は更に硫安を加え 38 % にし遠沈して集めた沈澱は少量の水を加え pH 3 にして溶解し，不溶物を除き上澄を凍結乾燥する (Fr. 5)。

Fr. 5 は更に精製する為にこれを水に溶解して N-苛性ソーダで pH 5.5 に調整し 200 m*l* にする。これに氷冷しながらエタノールを加え 80 % にし沈澱を生ぜしめ，沈澱は可及的にアルコールを飛ばし，少量の水に溶し pH 3 として不溶物は除き，上澄は凍結乾燥する (Fr. 6)。80 % エタノール上澄には更にエタノールを加えて 90 % とし生ずる沈澱を Fr. 6 と同様に処理して Fr. 7 を得る。90 % エタノール上澄に更にエタノールを加え 95 % とするも沈澱は生じないので廃棄する。以上の如く抽出，分劃して Fr. 1 から 5 までの 5 fraction とし，Fr. 5 は更にエタノールで分劃し Fr. 6, Fr. 7 とした。

**トリプシン抑制作用測定法**

トリプシン抑制作用の測定は一定量のトリプシンに抽出せる各 fraction を添加し，その時のトリプシン作用を萩原法[7] で測定し，同一量のトリプシンのみの作用と比較する。

**試　薬**

1. 基質: カゼイン (HAMMARSTEN) を 0.05 M $Na_2HPO_4$ に溶解し，0.05 M $NaH_2PO_4$ で pH 7.4 に調整し，カゼイン量を 0.6 % とする。
2. トリプシン液: 結晶トリプシンを 2 mg/m*l* になるように 0.005 M 塩酸に溶解する。
3. 検体液: トリプシン 1 mg に対し添加したい検体量の 2 倍を蒸溜水 1 m*l* に溶す。
4. 除蛋白試薬: それぞれトリクロル醋酸が 0.11 M，醋酸ソーダが 0.22 M，氷醋酸が 0.33 M になるような混液を作る。

**測　定　法**

0.6 % カゼイン液 5 m*l* を試験管にとり 30°C で約 5 分間加温しておく。これにトリプシン液と検体液を等量宛混合し 10 分間放置した液 1 m*l* を加え正確に 30°C で 10 分間加温し，トリプシン消化を行わせ，後除蛋白試薬 5 m*l* を加え反応を中止する。40 分間 30°C で放置後沪過し，沪液につき光電分光光度計で 275 m$\mu$ の吸光度を測定する。盲験として上記と同量の基質液に除蛋白液，トリプシン・検体混液の順に加え，30°C 40 分間放置後沪過し，275 m$\mu$ の吸光度を測定し，両吸光度の差をトリプシン効力とする。また対照として使用トリプシンの作用力を見る為検体液の代りに蒸溜水を加え他は同様に操作して吸光度を測定する。

## 実験結果及び考察

**各 fraction のトリプシン抑制作用の検討**

先づ硫安分劃沈澱のトリプシン抑制作用を Table 1 に示す。Table 1 に示した如くトリプシン 1 mg に対し，各 fraction を 2 mg, 6 mg 添加しトリプシン作用の抑制を見るに Fr. 5 が最も効力が強い。

Fr. 5 を更にエタノール分劃によつて精製した Fr. 6, Fr. 7 のトリプシン抑制作用は Table 2 に示す。表の如く Fr. 6 の方に効力が集り，Fr. 7 は効力が非常に弱い。

更に 2.5 % トリクロル醋酸処理を行う前の硫安分劃沈澱即ち Fr. 1 及び Fr. 2 の作用を調べたがトリ

**Table 1.** Inhibition of trypsin activity by Fr. 3 to Fr. 5.
Trypsin activity is expressed as the difference in absorbances (at 275 mμ) of digested substance and blank. One mg. of trypsin was used.

| Fraction | Amount used (mg.) | Absorbance at 275 mμ | | Trypsin activity |
|---|---|---|---|---|
| | | Digested substance | Blank | |
| 3 | 2 | 0.422 | 0.187 | 0.235 |
| | 6 | 0.596 | 0.439 | 0.157 |
| 4 | 2 | 0.367 | 0.114 | 0.253 |
| | 6 | 0.368 | 0.185 | 0.183 |
| 5 | 2 | 0.358 | 0.151 | 0.207 |
| | 6 | 0.346 | 0.256 | 0.090 |
| Control (trypsin alone) | 0 | 0.332 | 0.081 | 0.251 |

**Table 2.** Inhibition of trypsin activity by Fr. 6 and 7.
(Refer to the explanation in Table 1).

| Fraction | Amout used (mg.) | Absorbance at 275 mμ | | Trypsin activity |
|---|---|---|---|---|
| | | Digested substance | Blank | |
| 6 | 2 | 0.192 | 0.161 | 0.031 |
| | 6 | 0.250 | 0.260 | −0.010 |
| 7 | 2 | 0.380 | 0.122 | 0.258 |
| | 6 | 0.376 | 0.171 | 0.205 |
| Control (trypsin alone) | 0 | 0.367 | 0.095 | 0.272 |

い protease 作用を持つているが，Fr. 1 は protease 作用はない。

**Fr. 6 のトリプシン抑制作用**

トリプシン 1 mg に対し Fr. 6 を種々の量添加した時のトリプシン抑制作用を Fig. 1 の実線で示す。また対照として低温処理脱脂大豆粕より KUNITZ[3] の方法により，soybean trypsin inhibitor を抽出し，種々の量をトリプシン 1 mg に添加し抑制作用を調べ Fig. 1 の破線で示した。これで示される如く Fr. 6 は soybean trypsin inhibitor に較べれば効力は弱いが，トリプシン 1 mg に対し 0.25 mg から 1.5 mg までは用量と効力

**Table 3.** Protease activity of Fr. 1 and 2. Protease activity is expressed as the difference in absorbance (at 275 mμ) of digested substance and blank.

| Fraction | Absorbance at 275 mμ | | Protease activity |
|---|---|---|---|
| | Digested substance | Blank | |
| 1 | 0.101 | 0.115 | −0.014 |
| 2 | 0.346 | 0.127 | 0.219 |
| Control (trypsin alone) | 0.340 | 0.082 | 0.258 |

プシン抑制作用はなく，逆に protease 作用を示した。この為トリプシン作用測定中のトリプシンの代りにこれらの凍結乾燥物を 1 mg/ml に溶解して，1 ml を加え protease 作用を調べた。この結果を Table 3 に示す。Table 3 の如く Fr. 2 は相当強

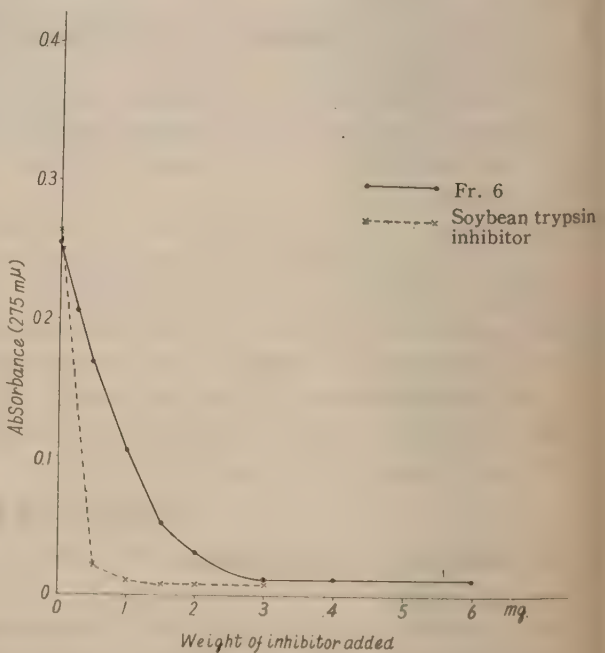



**Fig. 1.** Effect of Fr. 6 and soybean trypsin inhibitor on the digestion of casein by trypsin. One mg. of trypsin was used.

の関係が略直線となり，トリプシン抑制作用のあることが確認出来る。

**Fr. 6 の性質**

呈色反応　Fr. 6 の 0.3% 水溶液はビュレット反応陽性，ニンヒドリン反応陽性，キサントプロテイン反応陽性，坂口反応陽性であり，アダムキヴィツ反応は極く微かであるが陽性である。また糖反応であるモーリッシュ反応も陽性である。本 fraction は未だ純粋ではないが，以上の呈色反応から蛋白質かポリペプチドに属すると思われる。

紫外部吸収曲線　0.1% 水溶液の紫外部吸収曲線は Fig. 2 に示した。極大吸収が 275～276 mμ にあり，曲線の状態から少くともチロジンを含むポリペプチドか蛋白質であるが，2.5% トリクロル醋酸に可溶であるので蛋白質よりむしろポリペプチドと思われる。

透析性　3.5 mg を 3.5 ml の蒸溜水に溶し，セロファン膜 (VISKING cellulose tube) に入れ 7 ml の蒸溜水に対して 48 時間透析後，膜内液を 2 倍に稀釈して 275 mμ の吸光度を測定すると 0.160 となる。このセルの補正とセロファン膜自体から溶出してくるものの吸収を補正すると 0.118 となる。透析外液は稀釈せずに他は同様にして吸光度 0.003 となる。かように本物質は非透析性のものである。

耐熱性　Fr. 6 を 4 mg/ml，比較のため soybean trypsin inhibitor を 2 mg/ml の割合に蒸溜水に溶解して，沸騰水中で 15 分間加熱し，それぞれトリプ

**Table 4.** Effect of heating for 15 minutes on the trypsin inhibiting activity of Fr. 6 and soybean trypsin inhibitor. (Refer to the explanation in Table 1).

| Sample | Absorbance at 275 mμ | | Trypsin activity |
|---|---|---|---|
| | Digested substance | Blank | |
| Fr. 6　2 mg. | 0.179 | 0.150 | 0.029 |
| Soybean trypsin inhibitor　1 mg. | 0.161 | 0.153 | 0.008 |
| Control (trypsin alone) | 0.329 | 0.098 | 0.231 |

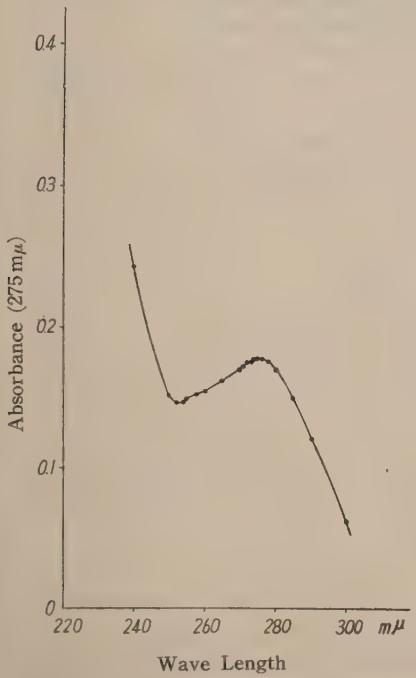



**Fig. 2.** Ultraviolet absorption spectrum of Fr. 6 aqueous solution.

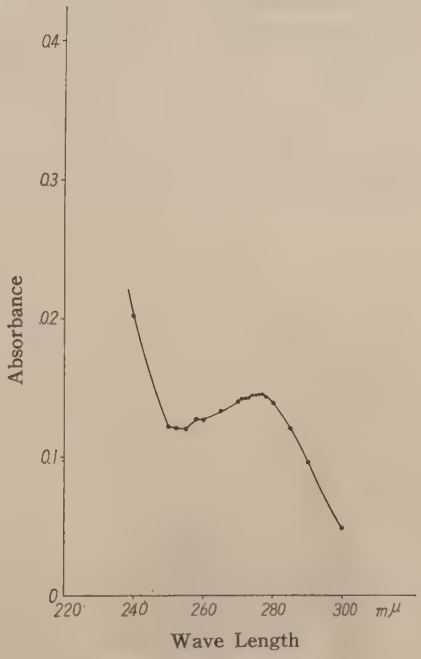



**Fig. 3.** Ultraviolet absorption spectrum of Fr. 6 after heating in boiling water bath for 15 minutes.

シン 1 mg に対し前者を 2 mg，後者を 1 mg 加えてトリプシン抑制作用を測定した (Table 4)。またこの時の Fr. 6 の紫外部吸収曲線を Fig. 3 に示す。測定時の pH は 6.6 であつた。Table 4 に示したように 100°C 15 分間の加熱では soybean trypsin inhibitor と同じく効力は破壊されず，また Fig. 3 に示されるように紫外部吸収にも殆んど変化を与えず，水溶液は熱に強いことを示した。

## 要　　約

1. カツオ幽門垂よりトリプシンを抑制する trypsin inhibitor を抽出した。即ちカツオ幽門垂より 0.25 N-硫酸で抽出し，硫安分劃を行い，17 % までの沈澱を除き，38 % で沈澱を集める。これを 2.5 % トリクロル酢酸液とし 80°C 5 分間処理し沈澱を除き，上澄液から硫安 38 % 塩析で沈澱を集め，この沈澱の水溶液を更に硫安塩析し 20 % より 38 % までの沈澱を集め，エタノールで分劃精製すれば 80 % 沈澱にトリプシン抑制作用がある。

以上の如く本 inhibitor は膵臓等の inhibitor と多少異る。

2. 本物質はポリペプチドに属すると思われる。

3. 本物質は耐熱性で 100°C 15 分間の加熱に耐える。

終りに本研究を行うに当り御指導御校閲を賜つた森高次郎先生に謹んで謝意を表する。

## 文　　献

1) M. KUNITZ and J. H. NORTHROP: *J. Gen. physiol.* **19**, 991 (1935～6).
2) L. A. KAZAL, D. S. SPICER and R. A. BRAHINSKY: *J. Am. Chem. Soc.* **70**, 3034 (1948).
3) M. KUNITZ: *J. Gen. physiol.* **29**, 149 (1946).
4) R. J. PEANSKY and M. LASKOWSKI: *J. Biol. Chem.* **204**, 153 (1953).
5) M. LASKOWSKI and M. LASKOWSKI, Jr.: *J. Biol. Chem.* **190**, 563 (1951).
6) E. FREDERICQ and H. F. DEUTSCH: *J. Biol. Chem.* **181**, 499 (1949).
7) 萩原文二：赤堀四郎編，“酵素研究法”第 2 巻，朝倉書店 (1956), p. 242.

# 魚類組織のリポキシダーゼに関する研究—III
## 肝臓抽出液によるリノール酸の酸化

永山文男・小野豊樹
(東京水産大学)

# Studies on the Lipoxidase in Fish Tissues–III.
## Linoleate Oxidation by Liver Extract

Fumio NAGAYAMA and Toyoki ONO

The linoleate oxidations by the extracts of mackerel liver and by hemin were observed manometrically.

The oxidative activity of the liver extracts was lost by boil (Fig. 5), while hemin was not influenced by heat (Fig. 9). Although ordinary antioxidants inhibited the linoleate oxidation due to liver extracts or hemin, there was a certain difference in the inhibitory actions of other reagents (cyanide, fluoride, mercury, etc.) on the oxidative activity of liver extracts and hemin (Figs. 6 and 10). Fe content of liver extracts was also considerably different in comparison with that of hemin. Fractionation with ammonium sulphate was tried, but Fe was not freed. Two fractions (above and below 0.7 saturation) showed almost a similar absorption of oxygen with linoleate substrate (Figs. 11 and 12), but Frac. II was labile to heat.

動物組織のリノール酸酸化作用については多くの議論のなされているところであり，LEA[1] は豚肉のリノール酸酸化作用が熱処理によつて失われるのはリポキシダーゼの存在によるものと考え，REISER[2] は豚肉に，KHAN[3] はニシンの血合肉に，鉄を全く含まず，熱に弱いリポキシダーゼようの酵素が含まれることを報告した。しかしWATTS 等[4]は豚肉のリポキシダーゼ類似の作用はミオグロビン及びヘモグロビンの作用によるものであつて，熱による失活はグロビンの凝固によると述べている。また TAPPEL[5] も豚肉について同様の実験を行い，BARRON 等[6]，HAUROWITZ 等[7]がヘミン，ヘモクロモーゲン，ヘモグロビンについて観察した結果と類似する点から，豚肉のリノール酸酸化作用は酵素によるものでなく，ヘム化合物によるものであろうと推論した。

著者等は先に魚類肝臓及び血合肉抽出液がビタミンA[8] 及びカロチン[9] を酸化することを報告し，また清水等[10]も魚類肝臓のリポキシダーゼ作用について報告を行つているが，今回は，サバ肝臓抽出液及びヘミンによるリノール酸の酸化について観察し，肝臓抽出液の硫安分別を試みたので，その結果を報告する。

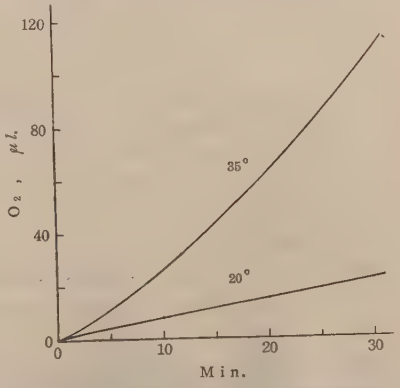



Fig. 1. Autoxidation of methyl linoleote. Linoleate, 2 m*l*. of 10 % solution; gas phase, air; pH 6.9.

## 実　　験

**サバ肝臓抽出液**　前報[9] と同様に調製した乾燥粉末をpH 6.9 の燐酸塩緩衝液3倍容で抽出し，遠心分離した上澄を用いた。抽出液 1 m*l* の平均の乾物量 54 mg, Fe 72.5

1958 年 8 月 25 日受理

μg, N 4.0 mg であつた。

**基質溶液**　アマニ油から得たリノール酸メチル 10 g を Tween-20 6 g と共に pH 6.9 の緩衝液 84 ml で乳液とする。基質溶液は極めて自働酸化し易いので毎日新たに調製する必要がある。

**酸素吸収量の測定**　ワルブル検圧計フラスコの副室に沪紙片と共に 30 % KOH 0.5 ml を入れ，ガス相は空気，反応液量を 3.0 ml とし 35°（または 20°）で酸素吸収量を測定した。リノール酸の自働酸化による酸素吸収量（Fig. 1）と，酵素液のみの自家呼吸（殆んど皆無に近いが）とを実験の度に測定し実験値を補正する。

## 結　　果

### I. サバ肝臓抽出液によるリノール酸の酸化

**基質濃度と酵素濃度**　抽出液量を 1.0 ml とし基質液量を 2.0, 0.6, 0.3 ml にすると，Fig. 2 のように酸素吸収量は基質量の減少に伴い小さくなる。次に基質量を 1.0 ml とし酵素液を 1.0, 0.2, 0.05, 0.01 ml にすると Fig. 3 のように，酵素液量の少ない程酸素吸収量も少ない。基質及び酵素濃度の変化に伴う

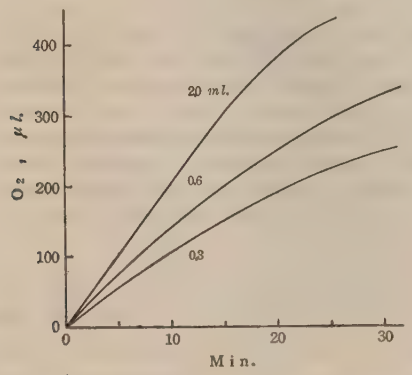



**Fig. 2.** Effect of linoleate concentration on the $O_2$ uptake by liver extract. Final volume 3.0 ml. containing 1.0 ml. of extract (72.5 μg. Fe); 35°.

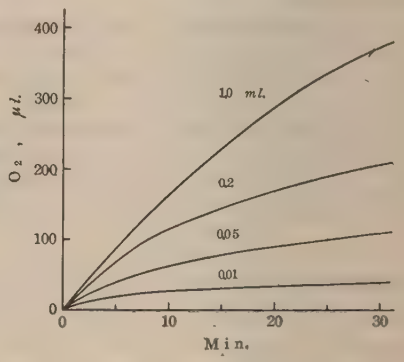



**Fig. 3.** Effect of extract concentration on the $O_2$ uptake. Final volume, 3.0 ml. containing 1.0 ml. of linoleate; 35°.

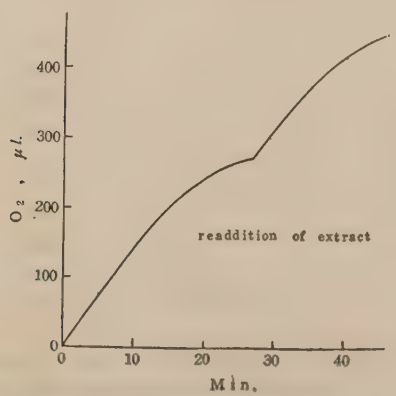



**Fig. 4.** Effect of readdition on the $O_2$ uptake. Linoleate, 1.0 ml.; extract, 0.5 ml. each; 35°.

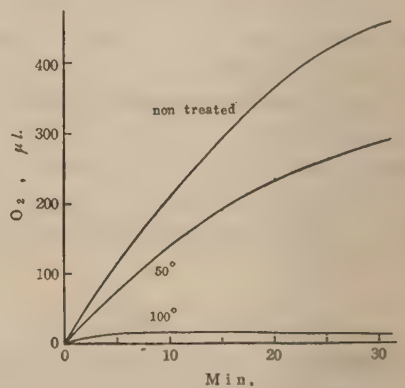



**Fig. 5.** Effect of heat on the oxidative activity of the extract. Linoleate, 1.0 ml.; extract, 1.0 ml.; preheating, 10 min. at 100° and 50°; 35°.

酸素吸収量の変化は直線的な比例関係を示さないように思われる。何れの場合でも時間的な失活が認められるが，酵素液の混入を再び行うと一旦減少した反応速度が大になることは Fig. 4 に明らかである。

**温度及び添加物の影響**　肝臓抽出液を予じめ 100° で 10 分処理すれば反応は殆んど抑えられるが 50° 処理では酸素吸収量が 1/3 程減少するに過ぎない (Fig. 5). ハイドロキノンは反応を完全に抑え，ビタミンC，シアンソーダがこれに次ぎ，また硫酸銅，昇汞もかなり抑制作用を示したが，弗化ソーダは全く影響がなかつた (Fig. 6)。

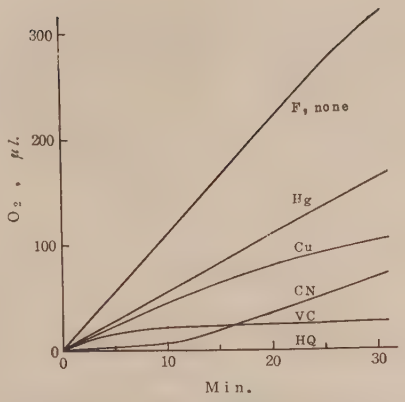



**Fig. 6.** Effect of antioxidants and other compounds on the oxidative activity of the extract. Linoleate, 2.0 m*l*; extract. 0.5m*l*.; additives, 0.5 m*l*. (0.1 M hydroquinone, vitamin C, $CuSO_4$, $HgCl_2$, NaF; 0.02 M KCN); 20°.

## II. ヘミンによるリノール酸の酸化

**基質濃度とヘミン濃度**　68.7 mg %のヘミン溶液 0.5 m*l* に基質液 2.0, 0.6, 0.3 m*l* を加え酸素吸収量をみ，また基質液 1.0 m*l* にヘミン液 1.0, 0.1, 0.02 m*l* を加え，同じく測定し Fig. 7 及び 8 の如き結果を得た。即ち基質濃度を 0.3 にした場合の酸素吸収量は肝臓の場合より少く，またヘミン濃度 0.02 (Fe として約 1.2 $\mu$g) で肝臓抽出液 0.2 m*l* (Fe 約 14.5 $\mu$g) に相当する酸素吸収を示した。

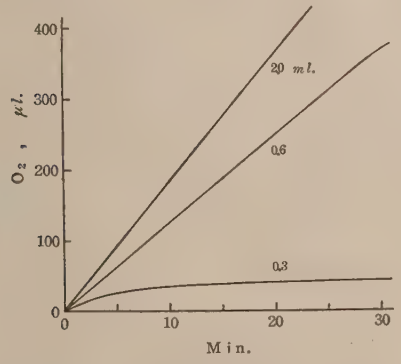



**Fig. 7.** Effect of linoleate concentration on the $O_2$ uptake by hemin. Final volume 3.0 m*l*. containing 1.0 m*l*. of hemin (0.69 mg. corresponding to 60 $\mu$g. Fe); 35°.

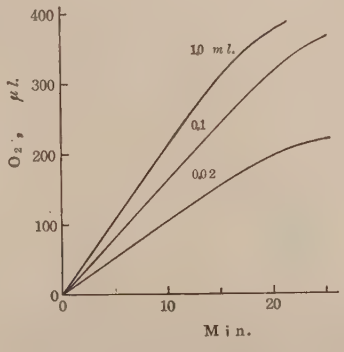



**Fig.8** . Effect of hemin concentration on the $O_2$ uptake. Final volume, 3.0 m*l*. containing 2.0 m*l*. of linoleate; 35°.

**温度及び添加物の影響**　ヘミン液は 100° に加熱しても何ら影響を受けない。また煮沸した肝臓抽出液を加えても阻害作用は全く認められなかつた (Fig. 9)。ハイドロキノン，ビタミンC，シアンソーダは肝臓抽出液の場合と同様に酸素吸収を抑制するが，硫酸銅及び昇汞は殆んど影響がなかつた (Fig. 10)。

## III. 硫安分別した抽出液によるリノール酸の酸化

**硫安分別**　サバ肝臓の乾燥粉末を M/15 燐酸塩緩衝液 (pH 6.9) 8 倍容で抽出し，遠心分離した上澄に硫安を 0.35 飽和まで加え，生じた沈澱を捨て上澄を 0.7 飽和にし沈澱を集め (Frac. I)，更に上澄を 1 飽和にして生じた沈澱を集める (Frac. II)。なお硫安添加の度にアンモニア水で pH を 6.9 に修正する。各 Frac. を緩衝液に透析し生じた沈澱は捨て澄明な溶液を緩衝液で 20 m*l* にした。Fe の含量は抽出原液 32 $\mu$g/m*l*, Frac I 104 $\mu$g/m*l*, Frac. II 51 $\mu$g/m*l* であつた。

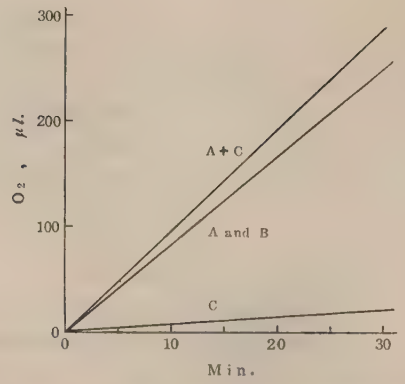



**Fig. 9.** Effect of heat on the oxidative activity of hemin. Final volume, 3.0 m*l.*; linoleate, 2.0 m*l.*; hemin, 0.1 m*l*; extract, 0.5 m*l.*; (A) hemin; (B) hemin boiled for 10 min.; (C) extract boiled for 10 min.: 20°.

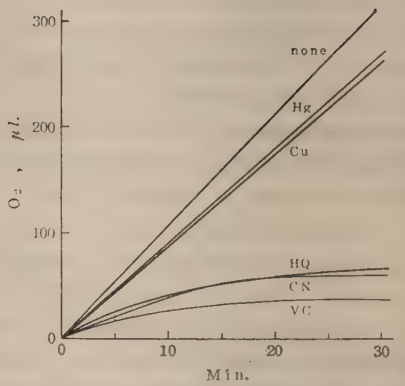



**Fig. 10.** Effect of antioxidants and other compounds on the oxidative activity of hemin. Linoleate, 2.0 m*l.*; hemin, 0.1 m*l.*; additives, same to Fig. 6; 20°

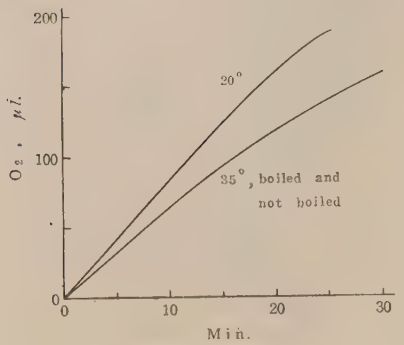



**Fig. 11.** Linoleate oxidation by Frac. I (0.35-0.7 saturation of ammonium sulphate) of liver extract. Linoleate, 2.0 m*l.*; extract preparation 1.0 m*l.* (104 $\mu$g. Fe).

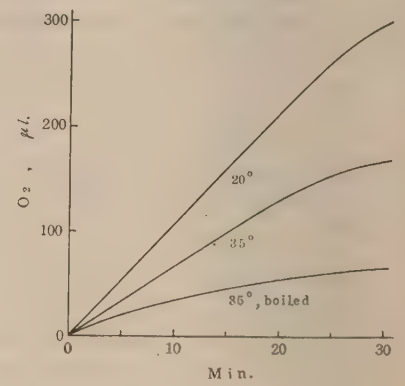



**Fig. 12.** Linoleate oxidation by Frac. II (0.7-1.0 saturation of ammonium sulphate) of liver extract. Linoleate, 2.0 m*l.*; extract preparation, 1.0 m*l.* (51 $\mu$g. Fe).

**リノール酸の酸化**　Fig. 11 及び 12 にみられるように，Frac. I 及び II の酸素吸収量は，それぞれの Fe 含量が異なるにもかかわらず殆んど同じであり，何れも 20° における反応量が 35° のそれより大きい。しかし 100° 加熱処理の影響は Frac. II にみられるのに反し Frac. I では全く認められない。

## 考　　察

本実験においては，反応速度と抽出液或いは，ヘミン濃度との関係が TAPPEL[6] のいうような式 $\frac{do_2}{dt} \Big/ \sqrt[3]{\text{concn.}} = k$ で表わすことができなかつた。ハイドロキノン及びビタミン C による阻害作用は TAPPEL 等[11]及び HOLMAN[12]が α-ナフトール，及びトコフェロールについて述べているのと同様に，単なる抗酸化作用に基くものと考えられる。弗化ソーダが全く影響を及ぼさないことは大豆リポキシダーゼの場合と同様であるが，シアンソーダ及び昇汞が反応を阻害する点は大豆の場合と異る。一方ヘミンでは昇汞に

よる阻害作用がみられず，また硫酸銅も肝臓の場合と違つて阻害作用がない。熱処理による反応の変化も肝臓とヘミンでは全く異なつている。Fe 含量を比較すると，肝臓抽出液の 1/10 濃度でヘミン溶液が肝臓抽出液と同程度の酸素吸収量を示した。以上の点からも肝臓抽出液とヘミンによるリノール酸の酸化作用は全く同一のものであるということは疑問である。本回は完全に分別調製ができなかつたが，耐熱性の小さい Frac. II の Fe 含量を，同程度の酸素吸収量を示すヘミン液と比較すると約 50 倍になつていた。然し更に肝臓抽出液の分別精製を行つてみる必要がある。

## 要　　約

1. サバ肝臓抽出液とヘミンによるリノール酸の酸化を観察し，またサバ肝臓抽出液の硫安分別を試みた。

2. 肝臓抽出液はヘミンと異なり，100° 加熱によつてリノール酸酸化の活性を失う。また各種添加物による影響も両者間に相違する点があり，更に Fe の含量の点からも同一とは考え難い。

3. 今回試みた肝臓抽出液の硫安分別は完全なものでなく，Fe の除去ができなかつたが，Frac. II (0.7～1 飽和部) は耐熱性が小さかつた。

本研究の一部は文部省科学研究費によつた。

## 文　　献

1) C. H. Lea: *J. Soc. Chem. Ind.*, **56**, 376T (1937).
2) R. Reiser: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **26**, 116 (1949).
3) M. M. R. Khan: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **9**, 393 (1952).
4) B. M. Watts and Da Hwei Peng: *J. Biol. Chem.*, **170**, 441 (1947).
5) A. L. Tappel: *Food Res.*, **17**, 550 (1952); **18**, 104 (1953).
6) E. S. Guzman Barrom and C. M. Lyman: *J. Biol. Chem.*, **123**, 229 (1938).
7) F. Haurowitz, P. Schwern and M. M. Jenson: *ibid.*, **140**, 353 (1941).
8) 小野・永山: 本誌, **18**, 509 (1953); **23**, 206, (1957).
9) ————: 本誌 **'23**, 211 (1957).
10) 清水・福原: 本誌, **23**, 115, 174 (1957).
11) A. L. Tappel, W. O. Lundberg and P. D. Boyer: *Arch. Biochem. Biophys.*, **42**, 293 (1953).
12) R. T. Holman: *Arch. Biochem.*, **15**, 403 (1947).

# 魚体脂質の代謝に関する研究—I.
## ニジマスの発生に伴う脂肪と燐酸の含量

小野豊樹・永山文男・望月康男
(東京水産大学)

# Studies on the Fat Metabolism of Fish—I.
## Contents of Fat and Phosphorus during the Growth of Rainbow Trout

Toyoki Ono, Fumio Nagayama, and Yasuo Mochizuki

Phosphorus is supposed to play an important role in fat metabolism as well as in carbohydrate metabolism. In this experiment, the behaviors of the phosphorus and fat contents of rainbow trout, *Salmo irideus*, during its growth were observed. Fat content was reduced during the development from fertilization to hatching and began to increase after 2 months feeding. The following samples showed a maximum content of phosphorus in each type: (1) 1 month fed fry—insoluble and ether soluble phosphorus, (2) 3 month fed fry—water soluble phosphorus. Total phosphorus reached its maximum content in 1 month fed fry.

It is considered that the most parts of phosphorus, in the early stage of growth, are utilized for construction of tissues and movement of fish.

脂肪の代謝における燐酸の重要性については古くから種々の研究がなされている。即ち動物組織内の酵素的な脂肪酸酸化に燐酸を含む補酵素 (DPN, TPN) 並びに ATP が関与することが知られ[1,2,3]，また燐脂体の代謝についても多くの報告がある[4]。燐脂体は神経系の重要な成分であるコリンの供給源となる外に，血液の凝固作用，細胞内の透過性の調節，生体内酸化の促進等の役割を果すものであり，また脂肪代謝の中間体として存在すると考えられている[5]。燐脂体は肝臓で合成され雌性の場合血液を通じ卵巣に移行するが[6]，鼠の発生においては，個体の全燐脂体量は出産直後の幼体に最も多く，3ヶ月経つと 1/2 に減少することが報告されている[7]。一般に多脂肪飼料を投与すると，肝臓，腎臓および小腸の脂肪中の燐脂体量が増加する[8]ことは，脂肪の代謝に燐酸がかなり重要な因子となつていることを示すものである。

サケ卵の発生に関する一連の報告によれば，受精から孵化までの熱源として脂肪が消費されるものと考えられ，また無機燐は孵化後2ヶ月までは増加することが認められている[9,10]。

ニジマスの発生に伴う脂質については最近二三の報告があるが[11,12,13]，以前著者等がコイについて行つた実験[14]を基にして，ニジマスの発生に伴う脂肪と燐酸含量の変化を追跡し次の如き結果を得たので玆に報告する。

## 実　　験

**試料**　1953 年から 54 年に亘り，本学大泉実習場産ニジマス *Salmo irideus* の 4 才魚から採卵した成熟卵から受精，孵化を経て飼育1年に達する間の 12 段階について正常発育個体を分析した。試料のこまかい点は Table 1 に示す通りであるが，採卵に用いた親魚の産卵数は 2,856 粒であつた。

1958 年 8 月 25 日受理

Table 1. Analyzed sample of rainbow trout.

| No. | Date of sampling | Stage | Analyzed numbers | Average weight (g.) | Average length (cm.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | March 2, '53 | Unfertilized egg | 70 | 0.088 | — |
| 2 | 〃 9 | Fertilized egg | 70 | 0.114 | — |
| 3 | 〃 22 | Eyed egg | 70 | 0.111 | — |
| 4 | April 4 | Sac fry (hatching) | 70 | 0.099 | — |
| 5 | 〃 19 | Sac fry | 50 | 0.132 | 0.20 |
| 6 | 〃 28 | Unfed fry (yolk sac is absorbed) | 30 | 0.163 | 0.23 |
| 7 | May 3 | Fingerling (feeding is started) | 15 | 0.250 | 0.27 |
| 8 | June 2 | Fingerling | 10 | 0.675 | 0.30 |
| 9 | July 2 | 〃 | 10 | 1.25 | 0.37 |
| 10 | 〃 30 | 〃 | 7 | 2.65 | 4.95 |
| 11 | Nov. 2 | 〃 | 5 | 5.42 | 6.57 |
| 12 | April 10, '54 | Yearing | 3 | 110 | 18.5 |

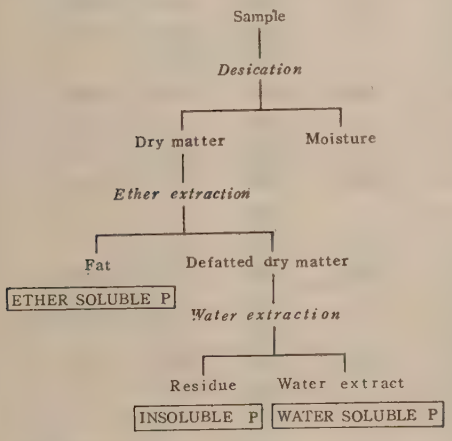



Fig. 1. Scheme of analysis for phosphorus.

**方法** 未受精卵と受精卵は全体を分析し，発眼卵と孵化直後の試料は魚体(胚)と卵黄とに別け，それ以後の段階の試料は筋肉と内臓と頭，骨，皮の三つに区分して分析した。まず常法によりそれぞれ水分，脂肪を定量した後 Fig. 1 に示したように水溶性，非水溶性及びエーテル可溶性の三区分の燐を TISDALL の比色法[16]によつて定量し $P_2O_5$ に換算した。

## 結果および考察

**発育と脂肪含量** 個体の重量は臍嚢吸収，投餌開始の頃から急激に増加するが Table 2 にみられるように，脂肪含量は孵化までに一旦減少し，孵化から投餌2ケ月（7月）までは余り増えず，8月になり著しい増加が始まり，飼育1年では乾物に対する脂肪含量が 50% に達する。即ち卵に含まれる脂肪は受精後孵化までに熱源として消費されるが新に補給或は合成されないために，孵化当時の脂肪含量は未受精卵の 2/3 程度まで減少すると考えられる。餌付と同時に体重には著しい増加がみられるにも拘らず，脂肪の含量は餌付後3ケ月間に僅かに 2～3% 増加するに過ぎない。これは体組織の発達のために蛋白体のみが集積され，脂肪は主として索餌その他の運動エネルギー源として消費され，蓄積の行われる段階に到つていないことをぶすものであろう。

**水溶性燐含量** 本実験の燐分劃法は極めて概括的なものであり，水溶性燐は予め水分，脂肪を定量した残渣について分析したものであるから，各区に含まれる燐の正確な各形態について判定出来ないが，水溶性燐は，分解し易い燐酸化合物から生じた燐を含む遊離の無機燐酸がその大部分で，エネルギー代謝に関与する燐酸の殆んどが含まれると考えてよい。Table 2 にみられるように水溶性燐は受精後次第に増加し，餌付後1ケ月目の試料に最も多く，以後成長に伴つて急激に減少している。餌付1ケ月後の時期は，体組織の形成が活発になり始めた段階であり，脂肪の蓄積も開始されていない所謂代謝の激しい時期に当るので水溶性燐の含量も多いものと考えられる。

**非水溶性燐含量** この区分は蛋白と結合した燐，Ca 塩その他の水に不溶性の燐酸化合物を含むものと考えられる。なお，エーテル可溶性の燐は含まない。水溶性燐に比べ増加の傾向は著しくないが，餌付3ケ月後（7月末）の試料に最大値がみられ以後減少する。即ち水溶性燐の増加に比べて約2ケ月後れて増加が起るのは，体組織の発育が略々軌道に乗つた後に骨骼等の発育が進むためであろう。

**エーテル可溶性燐含量** この区分はレシチン態燐がその殆んどであると思われる。非水溶性燐と同様7月

**Table 2.** Analysis of rainbow trout.

| No. | Part | Weight ratio to whole body or egg | Moisture % | Crude fat % dry matter | Phosphorus ($P_2O_5$ mg. % dry matter) Water soluble | Water insoluble | Ether soluble | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **w** | | **54.2** | **14.6** | **330** | **707** | **11.9** | **1049** |
| 2 | **w** | | **62.3** | **15.0** | **740** | **884** | **9.9** | **1634** |
| 3 | e | 15.1 | 81.5 | 46.9 | | 892 | 61.3 | |
| | y | 84.9 | 56.6 | 12.7 | | 682 | 9.6 | |
| | **w** | | **58.3** | **13.7** | **782** | **697** | **11.1** | **1490** |
| 4 | e | 39.1 | 86.4 | 24.8 | | 451 | 68.2 | |
| | y | 60.9 | 29.7 | 8.7 | | 981 | 6.5 | |
| | **w** | | **43.5** | **9.6** | **884** | **902** | **10.1** | **1797** |
| 5 | m | 28.6 | 80.8 | 14.5 | | 475 | 66.9 | |
| | b | 34.1 | 84.4 | 10.9 | | 866 | 44.9 | |
| | y | 37.3 | 48.6 | 9.3 | | 901 | 17.0 | |
| | **w** | | **70.0** | **10.5** | **1294** | **885** | **38.1** | **2209** |
| 6 | m | 43.0 | 81.2 | 10.1 | | 737 | 39.1 | |
| | b | 43.2 | 81.8 | 11.3 | | 1200 | 125.9 | |
| | v | 13.8 | 42.1 | 13.2 | | 818 | 114.9 | |
| | **w** | | **77.7** | **11.3** | **1711** | **916** | **90.2** | **2717** |
| 7 | m | 33.4 | 72.5 | 8.0 | | 766 | 58.3 | |
| | b | 54.6 | 86.2 | 10.3 | | 1629 | 163.3 | |
| | v | 12.0 | 76.9 | 22.3 | | 804 | 303.6 | |
| | **w** | | **80.5** | **10.9** | **1660** | **1181** | **133.6** | **2975** |
| 8 | m | 33.0 | 83.6 | 9.2 | | 1104 | 72.3 | |
| | b | 52.7 | 86.5 | 10.2 | | 2750 | 149.1 | |
| | v | 14.3 | 82.5 | 23.1 | | 1034 | 152.1 | |
| | **w** | | **85.0** | **12.0** | **3263** | **1874** | **122.1** | **5257** |
| 9 | m | 35.9 | 82.7 | 8.8 | | 1029 | 72.3 | |
| | b | 48.6 | 84.1 | 11.4 | | 2988 | 181.5 | |
| | v | 15.5 | 81.3 | 24.8 | | 1108 | 79.6 | |
| | **w** | | **83.2** | **12.7** | **1880** | **1943** | **123.4** | **3946** |
| 10 | m | 36.8 | 81.2 | 14.1 | | 3786 | 135.9 | |
| | b | 46.1 | 83.6 | 22.0 | | 3776 | 243.2 | |
| | v | 17.1 | 76.4 | 35.2 | | 877 | 61.8 | |
| | **w** | | **81.5** | **21.9** | **1109** | **2813** | **163.4** | **4086** |
| 11 | m | 48.7 | 73.7 | 16.6 | | 406 | 42.3 | |
| | b | 35.9 | 70.5 | 27.8 | | 2412 | 53.3 | |
| | v | 15.4 | 69.9 | 54.4 | | 346 | 31.8 | |
| | **w** | | **73.7** | **27.8** | **854** | **1183** | **45.4** | **2082** |
| 12 | m | 53.7 | 71.0 | 33.2 | | 639 | 4.1 | |
| | b | 25.7 | 64.3 | 43.4 | | 1239 | 11.0 | |
| | v | 20.6 | 63.3 | 77.8 | | 303 | 7.8 | |
| | **w** | | **67.7** | **46.5** | **474** | **731** | **6.9** | **1211** |

Abbreviations for parts of sample: w, whole; e, embryo; y, yolk; m, muscle; b, bone, head and skin; v, viscera.

末の試料では未受精卵当時の 15 倍に達する。脂肪中の燐濃度は餌付時に最も高く，未受精卵の 15 倍に達するが以後減少し，飼育1年では未受精卵の 1/5 以下に低下する (Table 3)。これは中性脂肪の増加が著しいためにレシチン自身個体当りを絶対量は増加しているにもかかわらずその脂肪中の濃度が見かけ上低く出ているのであろうと考えた方がよい。

**全燐酸含量**　以上 3区の燐酸を合してみると，投餌後飼育1ケ月の試料の燐酸含量が最も多く，脂肪含量と逆の状態になつている。即ち発育が活発になり始め脂肪の蓄積が行われていない時期に燐酸含量が最大に達している。

**燐酸の分布**　**a. 体内分布**　非水溶性燐が頭，骨及び皮の部分に多いことは燐酸カルシウムの分布からも

**Table 3.** Phosphorus content of fat.
($P_2O_5$ mg. % crude fat)

| Part / No. | e | m | b | y | v | w |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | **81.5** |
| 2 | | | | | | **66.1** |
| 3 | 131 | | | 75.6 | | **81.2** |
| 4 | 275 | | | 74.6 | | **104.7** |
| 5 | | 460 | 412 | 183 | | **296** |
| 6 | | 385 | 1118 | | 872 | **798** |
| 7 | | 731 | 1581 | | 1359 | **1224** |
| 8 | | 791 | 1460 | | 658 | **1018** |
| 9 | | 825 | 1587 | | 331 | **971** |
| 10 | | 969 | 1104 | | 271 | **745** |
| 11 | | 270 | 171 | | 70 | **186** |
| 12 | | 12.2 | 25.3 | | 10 | **14.8** |

**Table 4.** Distribution of phosphorus
(% total phosphorus)

| No. | Water soluble | Water insoluble | Ether soluble |
|---|---|---|---|
| 1 | 31.4 | 67.3 | 1.3 |
| 2 | 45.3 | 54.1 | 0.6 |
| 3 | 52.4 | 46.7 | 0.9 |
| 4 | 49.1 | 50.1 | 0.8 |
| 5 | 58.5 | 40.0 | 1.5 |
| 6 | 63.0 | 33.7 | 3.3 |
| 7 | 55.3 | 39.4 | 5.3 |
| 8 | 62.0 | 35.6 | 2.4 |
| 9 | 47.6 | 49.3 | 3.1 |
| 10 | 29.5 | 66.5 | 4.0 |
| 11 | 40.9 | 56.1 | 3.0 |
| 12 | 39.2 | 60.3 | 0.6 |

想定されるものであり，その含量は筋肉の約2倍である。エーテル可溶性燐は発生途上の卵では胚の部分に多いが，孵化後臍嚢吸収時までは頭，骨，皮の部分に多くなる。餌付及びその1ケ月後の試料では内臓にエーテル可溶性燐が多く，その後再び頭，骨及び皮の部分に多くなつている。

**b. 形態的分布** 全燐酸を 100 として水溶性，非水溶性，エーテル可溶性の三者を比較すると Table 4 に示したように，未受精卵では水溶性燐が 30% に過ぎないが，発眼，孵化の頃には約 50% になり，更に飼育1ケ月で 60% を占めるに到る。その後減少し約 40% になつている。非水溶性燐の占める割合は水溶性燐と全く逆であるが，エーテル可溶性燐は飼育1月で最も大きな割合（5%）になるがその後は減少し，飼育6ケ月では3%，1年では 0.6% に過ぎない。

## 要　　約


1. ニジマスの発生に伴う脂肪と燐酸含量を定量した。
2. 脂肪は受精後孵化までの間に減少し，投餌開始後2ケ月目から増加を始める。
3. 水溶性燐は飼育1ケ月後に最大に達し，非水溶性燐及びエーテル可溶性燐は餌付3ケ月後に最大に達し，それぞれの区分共最大になつた後急激に減少する。
4. 全燐酸含量は餌付1ケ月後に最大となり，脂肪含量とは逆になつている。


終りに，試料採取に便宜を与えられた本学稲葉教授及び植松氏に謝意を表する。本研究の一部は文部省科学研究費によつた。

## 文　　献


1) E. P. KENNEDY and A. L. LEHNINGER: *in "Phosphorus metabolism II"* (W. D. MCELROY and B. GLASS, edt.), Johns Hopkins Press, Baltimore, 1952, p. 253.
2) G. R. DRYSDALE and H. A. LARDY: *ibid.*, 281.
3) H. R. MAHLER: *ibid.*, 286.
4) D. ARTOM: *ibid.*, 203.
5) J. B. LEATHES: *Lancet*, **1**, 593 (1909).
6) G. HEVESY and L. HAHN: *Kgl. Danske Videnskabs Selskab Biol. Medd.*, **14**, 2 (1938).
7) R. G. SINCLAIR: *J. Biol. Chem.*, **88**, 575 (1930).
8) C. ARTOM: *Arch. Sci. Biol.*, **5**, 23 (1924).
9) A. HOLLETT and F. R. HAYES: *Canadian J. Res.*, D. **24**, 39 (1946).
10) F. R. HAYS, D. A. DARCY, and C. M. SULLIVAN: *J. Biol. Chem.*, **163**, 621 (1946).
11) 須山三千三: 本誌, **23**, 785 (1958).
12) 安藤一夫: 日本水産学会年会講演, 1958 年4月.
13) 五十嵐久尚: 同上.
14) T. ONO, J. SENO, K. KONNO and F. NAGAYAMA: *J. Tokyo Univ. Fisheries*, **40**, 31 (1953).
15) F. F. TISDALL: *J. Biol. Chem.*, **50**, 329 (1922).

# 魚体脂質の代謝に関する研究—Ⅱ.
## サバ肝臓中の脂肪及び胆汁酸含量

小野豊樹・永山文男・山田知生
(東京水産大学)

# Studies on the Fat Metabolism of Fish—Ⅱ.
## Contents of Fat and Cholic Acid in the Liver of Pacific Mackerel

Toyoki Ono, Fumio Nagayama, and Tomō Yamada

Mackerel liver was analysed for fat—and cholic acid—contents. Cholic acid is commonly found in bile which is indespensable in digestion, absorption, and transportation of fat. Determination of cholic acid was made by the colorimetry standing on the Inoue's reaction.

Although no correlation was found between the contents of fat and cholic acid, there was a tendency that the cholic acid level is higher in smaller liver than in bigger one: the former ($<6.5$ g.) contained cholic acid above 100 mg. % and the latter ($>6.5$ g.) below 100 mg. %. Total content of cholic acid in one liver is seemed to be lie in the limited range between ca. 2.5 and 8.2 mg., in most cases 2.5—5.0 mg. Then it is presumable that the cholic acid content in liver is controlled in constant level by some physiological function.

魚類は陸上動物に比べ消化管の構造が簡単であり，体温が低く，かつまた摂取する食餌の脂肪含量が多いにも拘らず胃および腸において短時間に脂肪の消化吸収が完全に行われることは驚異的とされるものである[1-6]。一般に脂肪の消化吸収が行われる際重要な役割を演ずるものの一つに胆汁が挙げられる。胆汁は肝臓で生成され一旦胆嚢に貯蔵された後，食物の消化に当つて輸胆管を通して腸内に分泌される[7,8]黄緑色の苦味を有する弱アルカリ性 (pH 7.4～7.7) の液体である。胆汁の主成分は胆汁酸即ちコール酸類とグリコル，或はタウリンとの結合した胆汁酸塩である。胆汁酸塩はまず乳化剤として作用してリパーゼの働きを助け，次いで加水分解により生じた脂肪酸と結合してコレイン酸の如き水に可溶の複合体を生じて，脂肪酸の吸収及び輸送を容易ならしめる。

魚類の胆汁酸については古くから多くの研究がなされているが[9]，その生理作用に関しては観察が及んでいない。本実験では胆汁生成器官であり，同時に脂肪の蓄積器官である肝臓を採り挙げ，その中に含まれる脂肪に，胆汁酸の中で最も普通の形であり分布の広いと考えられるコール酸との含量を測定し，両者間に何らかの関係があるか否かを明にしようとした。

## 実　　験

**試　料**　市販のサバ *Scomber japonicus* を用いた。

**コール酸の定量法**　井上氏反応に基く方法[10]の川口の変法[11]に従い更に多少の変更を行つた。

サバ肝臓播潰物 2 g を三角フラスコに秤取し，Ba 液 (0.4% 醋酸バリウムで作つた水酸化バリウム飽和液) 2 m*l* を加え，局法アルコール 50 m*l* を注加してよく混合し沸騰浴加熱 3 分後冷却，アルコールを 50 m*l* 加え一夜放置して沪過，残渣をアルコールで洗滌し沪液を合し，濃硫酸 0.5 m*l* を滴加し残存する Ba を除く。上澄のアルコールを蒸溜し去り，残渣に 15% NaOH 15 m*l* を加え沸騰浴で 12 時間加水分解する。加水分解物を隅川・須藤液体抽出器に移し醋酸エチルで 8～10 時間油脂類を抽出除去する。次に濃 HCl を

1958 年 8 月 25 日受理

滴加し溶液を微酸性とした後，同装置を用いてエーテルで 6～8 時間遊離の胆汁酸を抽出する。

抽出液を沪過し，エーテルを除き，減圧で塩酸を除き乾燥する。残渣にヴァニリン液（86% アルコールに溶かした 2% ヴァニリン液）0.2 m*l* を加え 60° の湯浴で残渣を溶解し再び減圧乾燥する。完全に乾燥した残渣に 85% 正燐酸* 10 m*l* を加え，55° の湯浴**で 10 分間加温し，正確に 10 分間放冷して発現した赤色を測定する。

市販（ミノファーゲン製）特級コール酸について発色度を Hilger 光電比色計で測定し Fig. 1 の如き結果を得た。しかし実際に胆汁或は肝臓抽出物について発色させると，赤色の他に黄褐色或は緑色を帯びるこ

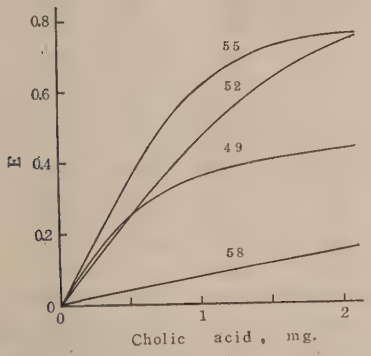



**Fig. 1.** Relationship between extinction coefficient (1.5 cm.) and concentration of cholic acid with different filter of Hilger absorptiometer. Color was obtained by INOUE's reaction.

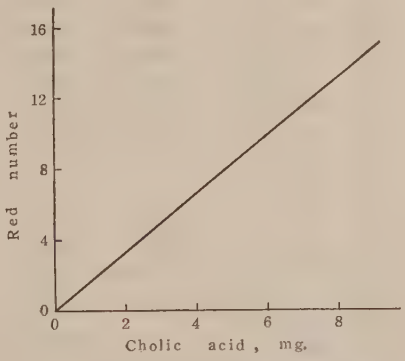



**Fig. 2.** Relationship between red number of Lovibond tintometer (1.0 cm.) and concentration of cholic acid.

とがあり，純コール酸の標準曲線によつて試料のコール酸量を算出することが不可能であつた。これは胆汁色素及び微量の脂肪の混入によるものと考えられるが，本実験では光電比色計の代りに Lobivond tintometer を用い，赤色板に黄色板及び必要に応じ青色板を併用して肉眼的に比色してみた。tintometer の赤色板に対するコール酸の発色度を求めると Fig. 2 の如く，良好な濃度との比例関係が得られた。デソキシコール酸もこの操作で僅かに発色するが，全てコール酸として算出し，生鮮試料 100 g 中の mg 数で表わした。

## 実験結果及び考察

サバの肝臓について分析した結果は Table 1 に示すように，脂肪含量 5.9～23.6% の試料でコール酸含量は 1 例（No. 14）を除いて 31.1～157.5 mg であつた。コール酸含量は性別，魚体の大小，季節，筋肉及び肝臓の脂肪含量等の何れに対しても明かな相関関係を有しないもののようである。ただし，肝臓が比較的小さいものではコール酸含量が多く，大型の肝臓はコール酸含量が少いような傾向がみられる。即ち 6.5 g 以下の肝臓のコール酸含量は 100 mg % 以上であり，6.5 g 以上の肝臓では 60 mg % 以下となつている。

肝臓 1 個当りの全コール酸量は例外的な No. 14 を除いて 2.5～8.2 mg で，大部分は 2.5～50 mg の範囲にある。

以上の結果から，肝臓中のコール酸含量は脂肪の含量と直接関係がないように思われる。胆汁酸は一旦腸に送り込まれ脂肪酸と共に血液を経て肝臓に入り貯蔵されるとしても，肝臓のある種の生理的機能によつて，肝臓自体の全コール酸量はある一定の範囲内に調節されているのではないかと考えられる。もしそうで

---

* 原報では 89% となつているが，国産品では入手不可能のため 85% を用いた。

** 原報では 78% 燐酸，50°10 分加温でデソキシコール酸，87% 燐酸，70°10 分でコール酸とデソキシコール酸を発色させ，両者の差からコール酸を求めている。

**Table. 1.** Fat and cholic acid content in liver of pacific mackerel, *Scomber japonicus*.

| No. | Date | Sex | Total weight | Muscle | | Liver | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Moisture | Fat | Weight | Moisture | Fat | Cholic a. |
| | | | g. | % | % | g. | % | % | mg. % |
| 1 | Sept. 4 | | 157 | | | 2.2 | 69.7 | 8.1 | 139.2 |
| 2 | 〃 11 | f | 385 | 69.3 | 7.3 | 6.3 | 70.8 | 9.4 | 92.3 |
| 3 | 〃 15 | m | 547 | 70.7 | 7.5 | 6.0 | 59.8 | 20.1 | 92.1 |
| 4 | 〃 21 | f | 578 | 67.9 | 9.1 | 8.5 | 63.1 | 15.0 | 46.1 |
| 5 | 〃 25 | m | 552 | 67.5 | 10.5 | 6.8 | 63.8 | 12.8 | 37.1 |
| 6 | Oct. 5 | f | 485 | 70.5 | 7.2 | 4.3 | 66.6 | 10.7 | 69.3 |
| 7 | 〃 12 | f | 445 | 74.0 | 4.5 | 3.2 | 69.4 | 5.9 | 140.1 |
| 8 | 〃 23 | m | 460 | 69.1 | 8.2 | 5.2 | 65.0 | 9.6 | 157.5 |
| 9 | Nov.24 | | | | | 8.0 | 59.7 | 23.6 | 57.3 |
| 10 | 〃 25 | | | | | 7.5 | 60.3 | 19.8 | 45.8 |
| 11 | 〃 29 | | | | | 8.0 | 67.5 | 11.9 | 31.1 |
| 12 | Dec. 4 | | | | | 7.0 | 70.5 | 8.2 | 50.6 |
| 13 | 〃 5 | | | | | 6.8 | 61.5 | 19.4 | 43.3 |
| 14 | 〃 7 | m | 500 | 72.6 | 5.5 | 5.5 | 69.9 | 7.1 | 549.0 |
| 15 | 〃 9 | | | | | 8.6 | 63.1 | 17.1 | 40.9 |
| 16 | 〃 10 | | | | | 8.2 | 60.9 | 20.3 | 43.9 |
| 17 | 〃 14 | | | | | 6.4 | 63.3 | 17.2 | 106.3 |
| 18 | Feb. 6 | | | | | 9.2 | 60.0 | 22.0 | 53.1 |
| 19 | 〃 16 | | | | | 8.1 | 58.9 | 22.8 | 47.6 |

なければ，肝臓に脂肪の蓄積が多くなるにつれて，肝臓の胆汁生成機能も並行的に増進され，コール酸の含量も当然増加すると考えられるからである。即ち，肝臓中のコール酸の絶対量は略々恒量に達し，脂肪だけについては何ら相関関係がないように思われる。

なお，脂肪含量が 12% 附近の肝臓のコール酸含量が他の試料に比べて小さい値を示しているのは，コール酸と脂肪と特異な関係を示すものかも知れないが，測定例が少いので断定は出来ない。

## 要　　約

1．サバの肝臓の脂肪及び胆汁酸含量（コール酸）を測定した。

2．サバ肝臓のコール酸含量は 30～160 mg % の範囲であり，また，肝臓 1 個当りのコール酸量は 2.5～8.2 mg であつた。

3．サバ肝臓のコール酸含量は脂肪含量と直接の関係を有しないが，一般に比較的小型の肝臓は大型のものより脂肪含量が少く，コール酸含量が多いような傾向がみられた。

本研究の一部は文部省科学研究費によつた。

## 文　　献

1) J. A. Lovern: *in "Biochemical Symposia No. 6"* London (1951).
2) C. M. McCay, F. C. Bing and W. E. Dilley: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **57**, 240 (1927).
3) C. M. McCay, and A. V. Tunison: *Rept. Cortland Hatchery, N. Y. Conservation Dept.*, Albany, N. Y. (1934).
4) J. A. Lovern: *Biochem. J.*, **34**, 704 (1940).
5) J. A. Lovern and R. A. Morton: *ibid.*, **33**, 1734 (1939).
6) G. W. Greene: *Bull. U. S. Bur. Fish.*, **33**, D. 802 (1913).
7) 倉田重正：慶応医，**21**, 629 (1941).
8) O. W. Portman, G. V. Mann and A. P. Wysocli: *Arch. Biochem. Biophys.*, **59**, 224 (1955).
9) G. A. D. Haslewood: *in "Biochemical Symposia No. 6"* London (1951).
10) 阿部敬見：生化学誌，**25**, 181 (1935); **26**, 323 (1937).
11) 川口信三郎：同上，**28**, 445 (1938).

綜　述

# 水産動物の支持組織の化学*

土　屋　靖　彦
(東北大学農学部水産化学研究室)

1. 前　書　き
2. 硬蛋白及び多糖類の分布
3. コラーゲン
4. Ichthylepidin 及び Selachin
5. ゴルゴニン及びスポンヂン
6. コンキオリン
7. キチン及び Tunicin
8. 硬化の機序

## 1. 前　書　き

動物体の支持組織に関する化学的研究は一般に少いが，とりわけ水産動物についてはその感が深い。しかし最近漸く比較生化学的観点から注目され始めて来たし，完全利用その他生物学的の立場からも年齢査定などで頻々研究対象となりつつあるので，ここに近年の研究結果を纒めて見ることとした。未だ自由に取捨撰択する程充分の資料がないが，これを機会にこの方面の関心が昂り，研究発展の端緒にでもなるならば筆者の幸いである。

## 2. 硬蛋白及び多糖類の分布

水産動物の支持組織を成分的に硬蛋白と多糖類に分け，それが水産動物界に如何に分布するかを見ると第1表のようである。

硬蛋白ではコラーゲンの分布が最もよく知られ，動物の所謂中胚葉紀元の部位に在るが，一方エラスチンの分布が甚だ狭いのは一つにはコラーゲン程に研究されていないことに原因があり，恐らく研究次第では可成り分布が拡るものと想像される。擬ケラチンは鯨鬚，魚の卵殻膜以外水産脊椎動物には分布を見ないし，無脊椎動物でも海綿及び化虫類にのみ知られる程度である。しかし後記するようにコンキオリンをこれに含めると分布が拡るが，ここでは別項に取扱つた。コンキオリンは貝殻成分として有名であり，従来はそこにのみ分布すると考えられていたが，最近ウニの殻[54]，タラの耳石[18]にも存在が知られて注目をひいて来た。

多糖類であるキチンは蛋白質系のものとは幾分分布を異にし，特に内部骨格の発達した脊椎動物に全然存在しない。一方コラーゲンの少い中胚葉紀元の発達の悪い所のものに見られる傾向がある。即ちキチンは上胚葉紀元であり，上記コラーゲンとは紀元を別にするため，それぞれの支持組織が略々独立しているようである。Tunicin についてもまた同様であるが，このものはホヤの被嚢にのみ分布するという一層の特長を示す点で興味がある。

## 3. コ ラ ー ゲ ン

コラーゲンについては最近幾つかの成書や綜説が見られるので[7,13,28,32,48,59,66]，大要はそれに譲り，ここでは魚コラーゲンと哺乳類コラーゲンとの差異について特に記す。

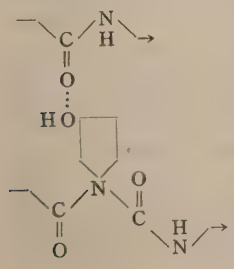
1958 年 9 月 9 日受理
* 本稿は 33 年 10 月新潟における日本水産学会大会で講演した“硬蛋白の化学”に多糖類の項他一，二を加筆したものである。

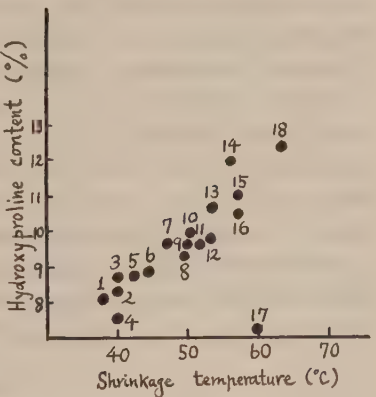
**Table 1.** The distribution of chitin, tunicin and scleroprotein in aquatic animals.

| Phylum | Scleroprotein | | | | Polysaccharide | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Collagen | Elastin | Pseudokeratin | Conchiolin | Chitin | Tunicin |
| Vertebrata | Whale skin[45),47)], bone, head cavity[79], Fish skin[70], bone[21], scale[12], cornea[71], connective tissue of muscle[74], Ichthyocol (air bladder)[9),21)], Ichthylepidin (scale)[6),12),55)], Selachin (ceratotrichia of shark fin)[17,75] | Connective tissue of fish muscle[74], shark skin[70]. | Baleen[1)], Ichthukeratin[80] (egg casing of fish), Shark keratin (placoid scale of shark)[12]. | Otolith of cod[18]. | | |
| Prochordata | Skeleton of Glossobalanus and Saccoglossus[59]. Body wall of Ciona[59]. | | | | | Test of Tunicata[24),50)]. |
| Echinodermata | Mesodermal connective tissue[59], Sea cucumber[73]. | | | Exoskeleton of Arbacia[54]. | | |
| Arthropoda | Subcuticular tissue of lobster, peduncle of barnacle[59]. Nervous tissue of Homarus[36]. | | | | $\alpha$-chitin (Exoskeleton and tendon of Crustacea[24),44)], peduncle of barnacle)[37]. | |
| Mollusca | Foot of Patella, cartilage of Arion and Loligo, gill lamellae of Mytilus[59]. Byssus of Mytilus[14]. | | | Shell of Anodonta[8], Shell, pearl[8),64),72)], egg casing of Gastropoda[24]. | Stomachal plate of Dolabella[30]. $\alpha$-chitin (Beaks and radula of Loligo)[10]. $\beta$-chitin (Pen of Loligo, skelaton of sepia, sucker rings of Cephalopoda[59]. | |
| Prosopygii | Peduncle of Lingula[59]. | | | | Tube of Phoronis, cuticule of Plumatella[33),39)]. $\beta$-chitin (Peduncle of Lingula)[59]. | |
| Annelida | Cuticule of Aphrodite[59] | | | | $\beta$-chitin? (chaetae of Aphrodite)[40]. | |
| Coelenterata | Jelly fish[5),43)], mesogloea of all Coelenterata[59]. | | Gorgonin (Octocoralia)[51], Antipathin (Zoantharia)[51] | | Tabularia, Velella[59], coenosteum of millipore[59]. | |
| Polifera | Mesogloea of Keratosa[59]. | | Spongin (horny material of sponge)[52] | | | |

魚コラーゲンはトリプシンに消化され易く，酸膨潤し易い (pH 1, 48 時間で 80% 解膠する)。また Na-dodecyl sulphate と pH 6 で処理すると完全に溶解するが，牛コラーゲンは熱処理したものでないと溶解しない。更にタンニンに対し魚コラーゲンは親和力が大きいし，水との加熱によつて収縮する温度 Ts が牛コラーゲンより低い。また熱水処理でゼラチン化も容易である。アミノ酸組成は Hydroxyproline が少く，反対に Serine, Threonine の多い点で違う。この内特に最近興味をひいて来たのは H-proline と Ts との関係である。1944 BEVERIDGE ら[9] が hake の鰾からとつた Isinglass が哺乳類の H-proline より 4% も値が低いことを見出したが，その後 NEUMANN ら[46] によつて魚類 9.2～10.3%，哺乳類，鳥類 13.0～14.4%，エラスチンは僅か 1～2% が明かにされて注目された。一方 GUSTAVSON[25] はクヂラを含めた哺乳動物の Ts が 60～67°C であるのに対し，魚はタラ，オヒョウのような冷水性魚が 38～45°C，暖水性のウナギやサバが 50～56°C であるとし，魚皮コラーゲンは棲息状態によつて Ts の変ることを主張した。更に H-proline 含量との間に Ts の高いものは含量が多く，Ts の低いものは少いという事実を指摘した。彼のこのような考え方に対して高橋[69] は第 1 図に見るような多数の支持的資料を提出した。即ち魚皮コラーゲンは牛皮コラーゲンより Ts が低く，しかも棲息場所，特に水温に関連して差の見られること．また H-proline との間に正の相関々係がはつきり認められるとしたことである。高橋ら[68] は更に Ts は魚の大小，魚の活動性更に鮮度との間には余り関係がないらしいことをも報告した。一方 GUSTAVSON[26] は H-proline の定量に吟味を加え，chromatography によつて Proline と H-proline 区を別けとり定量した所，前と同様の結果を得て，愈々 H-proline がコラーゲン分子内で重要な役割を演じていることを確信した。その後この関係は LEACH[38], EASTOE[21] らによつても認められた。

このように H-proline と Ts との関係は略々諸家によつて認められる所となつたが，それがコラーゲンの構造に如何連関するかが問題である。元来 Ts が下るということは Micelle 間に入つた水が熱運動によつて Polypeptide chains 間にある結合，例えば水素結合の如きを破壊することによつて起ると考えると，その分子内部間の結び着きに H-proline が関係しそうであることは一応考えられる。即ち GUSTAVSON[27] は種々考慮の末，H-proline の OH 基が隣の Polypeptide chain の Keto-imide 基との間に，図のような水素橋をもつのではないかと考えた。そして彼のこのような考えに対する主な実験的根拠は次のようである[26]。即ち牛皮コラーゲンの N-アセチル化物を作つて






1. スケトーダラ Alaska pollack *Theragra chalcogramma*
2. ホッケ Atka mackeral *Pleurogrammus azonus*
3. アカガレイ Flat head flounder *Hippoglossoides dubius*
4. マダラ Codfish *Gadus macrocephalus*
5. ヤナギムシカレイ Flounder *Tanakius kitaharae*
6. マガレイ Small-mouthed sole *Limanda herzensteini*
7. アサバガレイ A kind of flounder *Lepidosetta mochigarei*
8. ヒラメ Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*
9. サバ Japanese mackerel *Scomber japonicus*
10. ワラサ Yellowtail *Seriola quinqueradiata*
11. アジ Jack mackerel *Trachurus japonicus*
12. ウナギ Fresh water eel *Anguilla japonica*
13. ヨシキリザメ Great blue shark *Glyphis glaucus*
14. フナ Wild goldfish *Carassius carassius*
15. コイ Carp *Cyprinus carpio*
16. 長鬚クヂラ Fin whale *Balaenoptera physalus*
17. 金糸 Horny fibre of shark
18. 牛 Cattle hide

**Fig. 1.** Relation between hydroxyproline content and shrinkage temperature in collagen and different sources.

ε-amino 基をアセチル化したものと，OH 基の約 80% をアセチル化したものとの両者について，Ts を見た所，前者は未処理のものと殆ど同じであるに拘らず，後者は 44～40°C に下降したこと，また両者の水和の程度は N-アセチル化がもとと変らないのに，後者が水和し易くなつてよく膨潤することを明かにした。結局これは OH-アセチル化によつて図の水素架橋が切れることによつて説明される訳である。更にアセチル化コラーゲンと植物タンニンとの親和力についても研究し，N-アセチルコラーゲンはもとのものとタンニン結合力が変らないが，OH-アセチル化したものは切断された水素橋に代るに新しいタンニンの Polyphenol との結合が生れて，タンニンとよく結合することを見た。

以上によつて GUSTAVSON の理論は現在一応認められているが，その間異論が全然ない訳ではない。例えば Eastoe の分析に見られるように肺魚の Ts は 63°C で魚コラーゲンとしては大変高いが，H-proline は 10% 以下である（第2表）。またクヂラの Ts も高いがそれの H-proline は少い（第1図）。更に人間の組織コラーゲンは若い時 Ts が低く，年をとると高くなるといわれることも，これについて H-proline の変化はしらべられていないが一考を要しよう[15]。またサメ翅は Ts が高いのに H-proline の少いことなど（第1図，第2表）独り H-proline の水素橋だけでは説明し難い現象がある。更にまた OH 基をもつたアミノ酸は H-proline だけでなく，H-lysine, Serine, Threonine を挙げることが出来るが，このものの挙動は今の所殆と問題とされていない。また高橋らはタラの H-proline に対し 7.7%，一方 NEUMANN のそれは 9.1 % であるなどの不一致は如何に説明されるべきか今後の課題である。

### 4. Ichthylepidin 及び Selachin

コラーゲンの中でも比較的ゼラチン化し難いことで特長のあるのが Ichthylepidin と Selachin である。前者は古く 1898 MÖRNER によつて魚鱗から分離されたものであるが，後 ASTBURY[6]によつて X 線回折像の研究によつてコラーゲンとされた。一般の魚鱗はコラーゲン 8 に対し 2 位の比で存在するといわれるが，最近 BLOCK ら[12]によつて行われたニシンでは 5: 5 という。また BURLEY ら[16]はイワシから 23% の収量で分離している。魚種によつてその比に違いのあることは考えられるから，今後の詳細な研究が希まれる。

**Table 2.** Amino acid composition of various collagens. (%)

| Amino acid | Beef tendon (Gustavson) | Cod bone gelatin (Eastoe) | Lung fish skin collagen (Eastoe) | Herring scale (Block) | Herring scale gelatin (Block) | Ichthylepidin (herring scale) (Block) | Ichthyocol (Cod air bladder) (Beveridge) | Selachin (Ceratotrichia of Carchrinus melanopterus) (Damodaran) | Selachin (Ceratotrichia of Lamna ditropis) (Tsuchiya) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Glycine | 19.9 | 28.2 | 24.0 | 20.6 | — | — | 14.7 | 25.4 | 24.9 |
| Alanine | 7.6 | 10.4 | 11.7 | — | — | — | 9.6 | 11.4 | — |
| Leucine | 4.8 | 3.3 | 3.4 | 3.6 | — | — | 3.8 | 2.6 | 2.4 |
| Isoleucine | | 1.6 | 1.6 | 1.9 | — | — | 3.0 | 2.7 | 2.5 |
| Valine | 2.9 | 2.3 | 2.6 | 2.9 | — | — | 2.3 | 2.7 | 3.4 |
| Ph-alanine | 3.7 | 2.0 | 2.6 | 2.9 | — | — | 1.8 | 2.1 | 2.3 |
| Tyrosine | 1.3 | 0.5 | 0.2 | 2.8 | 0.4 | 5.2 | 0.0 | 7.2 | 7.0 |
| Tryptophan | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Serine | 2.7 | 7.9 | 4.7 | 7.5 | — | — | 4.1 | 3.3 | 4.1 |
| Threonine | 2.0 | 3.2 | 3.2 | 2.8 | — | — | 3.2 | 2.4 | 2.2 |
| Cystine | 0.0 | — | — | 0.7 | 0.2 | 1.1 | 0.4 | 0.4 | — |
| Methionine | 0.7 | 2.3 | 0.6 | 2.8 | 1.4 | 3.0 | 2.8 | 1.8 | 1.3 |
| Proline | 12.7 | 12.4 | 14.8 | 8.6 | — | — | 7.8 | 13.3 | 11.0 |
| Hydroxyproline | 12.1 | 8.3 | 9.8 | — | — | — | 4.7 | 8.8 | 9.8 |
| Lysine | 4.0 | 3.7 | 3.6 | 3.7 | 3.4 | 3.7 | 4.4 | 3.7 | 4.3 |
| Hydroxylysine | 1.1 | 1.4 | 0.9 | — | — | — | 0.4 | 0.9 | — |
| Arginine | 7.9 | 9.1 | 9.1 | 6.7 | 7.9 | 5.4 | 9.3 | 8.6 | 9.5 |
| Histidine | 0.7 | 1.2 | 0.8 | 2.5 | 1.1 | 3.1 | 1.1 | 1.7 | 1.5 |
| Aspartic acid | 5.5 | 7.5 | 6.6 | — | — | — | 4.7 | 6.4 | 6.2 |
| Glutamic acid | 10.0 | 11.4 | 11.9 | 7.2 | — | — | 8.2 | 11.6 | 9.7 |

なお BLOCK らがニシン鱗，それからのゼラチン及び Ichthylepidin のアミノ酸組成を見ているが（第2表），Ichthylepidin は Tyrosine, Cystine 及び Methionine の多い点が注目される。特に Cystine の多い点はこのもののゼラチン化し難い性質の一端を示しているようである。また沪紙クロマトグラフィーによつても各種アミノ酸の発色に違いが見られるから，それの定量的研究が欲しい。なお SOLOMONS[63] はこれの分子量を見て 200,000 としている。

Selachin は所謂サメ翅の硬蛋白で FAURÉ-FREMIET, ASTBURY らによつて物理的研究が行われコラーゲンと目されていたが，近年高橋ら[67]，続いて土屋ら[75]によつて研究が行われた。特に後者は電子顕微鏡的観察による特長を明かにし，続いて略々単一と思われる fibril を分離して，その形状の詳細な研究を行うと共に，Tyrosine を定量してサメ翅が 9.14%，ゼラチンが 0.86%，エラスチンが 2.43% とそれぞれ差の著しいことを明かにして，特殊なコラーゲンであることを明かにした。なおそれまでエラスチンに似るという Elastoidin の名の不適当である所から，新しく Selachin の名をつけた[76]。その後 DAMODARAN[17]，土屋ら[77]はそれのアミノ酸組成を見てゼラチンより Tyrosine, Histidine, Glycine, Proline, Methionine が多く，Ph-alanine 及び Leucine の少いことを指摘している（第2表）。更に Ts の高い（60～63°C）割合に H-proline の少いことも前記したように特長がある。土屋らはまた N·HCl で種々処理して Ts を下げたもののアミノ酸組成を見た所，Glycine, Ph-alanine, Threonine, Glutamic acid, Aspartic acid, H-proline など相当多種類のアミノ酸が同時に減じて行くのを見て，Ts とアミノ酸組成との関係は意外に複雑であるとしている。

### 5. ゴルゴニン及びスポンヂン

BLOCK ら[11]によつてケラチンは真正ケラチンと擬ケラチンの二つに分けられたが，水産動物ではこれまでの所，前者はなく後者のみ知られている。擬ケラチンは真正ケラチンと比較して溶解度が大きく，Cystine が少く，酵素作用の抵抗も弱い。更に Histidine, Lysine 及び Arginine の分子比が真正ケラチンの 1：4：12 に対し，1: 2: 3～4 である。第1表のように鯨鬚，魚卵殻膜，サメ橋鱗の Shark Keratin，ゴルゴニン及びスポンヂンなどが知られるが，ここでは後の二者についてのみ記し，他は“硬蛋白の化学”を参照され度い[78]。

サンゴ類の角質部は始め Valenciennes (1855) によつて Corneïn と称されたが，近年この名称はなくなつてゴルゴニンのみが用いられている。Drechsel によつて 3, 5-Diiodotyrosine (Iodogorgoic acid)，その後 3, 5-Dibromotyrosine，続いて近年 Monoiodotyrosine[23]，更に Monobromotyrosine 及び Thyroxine が分離されたが[53]，この方面に特に関心の深い ROCHE らは Tyrosine, Mono- 及び Diiodotyrosine の三者の和と沃素量との間にある平行関係のあることを明かにした[51]。即ち全 Tyrosine の多い花虫類サンゴは沃素含量も高く，少いものは低いとした。一方沃素含量はサンゴの種類によつてまちまちで，その分類規準に比較生化学的メスを加えようとしている ROCHE らの努力にも拘らず未だ問題が多い。要するに一口にゴルゴニンといつても内容は相当多岐で，例えば第3表を見ると判るようにアミノ酸組成も可成りまちまちで研究すべき余地が多い。なお ROCHE らはゴルゴニンを花虫綱八放亜綱の Gorgonaceae の硬蛋白に，同じく Pennatulaceae のものに Pennatulin，6放亜綱の Antipatharia に Antipathin と呼ぶゴルゴニンと同系統の硬蛋白を区別しているが，未だ一般的でない*。

海綿動物にスポンヂンが明かにされたのは 1859 Städler によるが，これに沃素の含れることが知られたのは 1819 Fyfe によるとされている。更に興味のあることは海綿が甲状腺腫の治療剤として既に数百年前からヨーロッパで用いられていたということであろう[24]。従つて往時スポンヂンは沃素の多い（7～8%），硫黄の多いものに沃素スポンヂン，沃素の少く（2.5% 以下），硫黄の少いものにスポンヂンの名が与えられていたが，現在はこの区別がなくなつてスポンヂンのみのようである。1909 WHEELER によつて Diiodotyrosine が，その後 1941 ACKERMANN ら[2] がサンゴ類と同じくこのものに Dibromotyrosine を分離し，

---

* 腔腸動物サンゴの分類について，種々御教示頂いた本学江口元起教授に深謝する。

更に最近 ROCHE ら[56,57]によつて Monobromotyrosine 及び Monoiodotyrosine が明かにされた。しかし SAPER ら[60]は後の Monoiodotyrosine を人工産物とみなしている。また Low[41]は多数の海綿の臭素及び沃素含量をしらべて，角質海綿の方がそうでない海綿より臭素の多いらしいことを見て注目をひいたが，一方 ROCHE ら[52]もゴルゴニンの時と同じく全 Tyrosine が種によつて略々一定で，それの多いものは沃素並びに臭素も多いことを見たが，比較生化学的観点からは僅に蛋白に対するハロゲン化の差が環境によることは考えられても，その真因は非常に複雑であるとして稍々悲感的である。又彼らはスポンヂンのアミノ酸組成を見て一般に Histidine, Methionine, Leucine が少い点でサンゴの硬蛋白と違うことを指摘しているが(第3表)，この種硬蛋白の分類や定義づけには資料不足の現状という他はない。なおまた赤堀ら[3]も能登産海綿の定性的アミノ酸組成を見ている。

**Table 3.** Amino acid content of pseudokeratin in sponges and corals. (%) (ROCHE)

| Amino acid | Spongin | | | Gorgonin | | | | Antipathin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aplyseina crassa | Euspongia officinalis | Verongia fistilaris | Eunicella verrucosa | Euplexaura maghreben-sis | Ellisella elongata | Gorgonia ventalina | Antipathes |
| Glycine | 9.5 | 15.8 | 10.4 | 18.8 | 13.8 | 14.8 | 14.0 | 14.6 |
| Leucine | — | 0.0 | — | — | — | — | — | — |
| Valine | — | 2.2 | — | — | — | — | — | — |
| Tyrosine | — | — | — | 4.9 | 1.1 | 3.2 | 1.4 | 4.5 |
| Tryptophan | 0.4 | 0.1 | 2.3 | — | — | 1.2 | 1.3 | 0.8 |
| Serine | 2.8 | 8.0 | 6.3 | 2.2 | 5.6 | 3.4 | 3.0 | 3.5 |
| Cystine | 1.8 | 1.5 | 2.3 | 3.0 | 2.8 | 3.4 | 3.6 | 2.4 |
| Methionine | 0.0 | 0.0 | — | 0.3 | — | 0.4 | — | 0.3 |
| Lysine | 9.7 | 5.2 | 8.8 | 6.3 | 5.9 | 4.3 | 6.1 | 12.8 |
| Arginine | 3.0 | 5.8 | 3.3 | 8.9 | 7.8 | 8.6 | 6.6 | 3.1 |
| Histidine | 0.7 | 0.3 | 1.1 | 2.2 | 1.5 | 1.9 | 0.0 | 12.5 |
| Monoiodotyrosine | trace | trace | trace | 9.3 | 0.0 | 2.5 | trace | 0.5 |
| Diiodotyrosine | 4.2 | 0.8 | trace | 5.1 | trace | 1.2 | trace | 1.4 |
| Thyroxine | — | — | — | 3.1 | 0.0 | — | — | — |

## 6. コンキオリン

コンキオリンは 1855 FREMY によつて始めて貝殻の硬蛋白として知られたが，スポンヂン，ゴルゴニンの如くハロゲンアミノ酸を含まないし，一方 H: L: A も擬ケラチンとは違う硬蛋白である (ROCHE らは擬ケラチンとして扱つている)。アコヤ貝ではこのものは表皮貝殻層と真珠に分布しているが，田中ら[73]によると定性的には両者のアミノ酸組成に差がないとした。ROCHE ら[54]によるとしかし第4表のように Me-

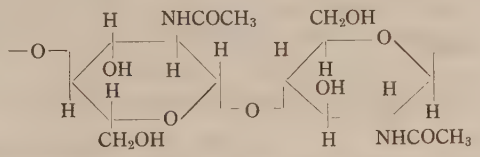
**Table 4.** Amino acid content of conchiolin in shell. (%) (ROCHE)

| Amino acid | Shell fish conchiolin | | | | Sea urchin conchiolin |
|---|---|---|---|---|---|
| | Meleagrina margaritifera (Calcite) | Meleagrina margaritifera (Aragonite) | Ostrea edulis (Calcite) | Turbo marmorata (Aragonite) | Arbacia aequituberculata (Calcite) |
| Glycine | 20.6 | 14.9 | 15.7 | 7.9 | 6.9 |
| Leucine | 2.4 | 3.7 | — | — | 3.5 |
| Valine | 0.9 | 1.3 | — | — | 0.8 |
| Tyrosine | 15.3 | 2.9 | 3.1 | 2.5 | 2.0 |
| Tryptophan | 3.0 | 2.5 | 0.5 | 1.3 | 1.3 |
| Serine | — | — | — | 9.0 | — |
| Cystine | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 2.0 | 0.9 |
| Methionine | 1.3 | 1.5 | 0.6 | 0.9 | 1.0 |
| Lysine | 3.1 | 2.5 | 4.3 | 4.9 | 4.8 |
| Arginine | 4.8 | 6.5 | 2.9 | 7.7 | 5.8 |
| Histidine | 1.6 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 1.1 |

leagrina でも Aragonite 層と Calcite 層ではアミノ酸含量に差を認め，コンキオリンには2系統あるのではないかとしている。更にまた彼らは Arbacia aequituberculata の殻にコンキオリンを見出し，DANNEVIG[18] もタラの耳石に見られるといい，独り貝類のみでなく他動物にも最近は知られるようになつて，その分布が注目されつつある（第1及び4表参照）。

### 7. キチン及び Tunicin

よく知られているようにキチンは繊維素と同じく Acetylglucosamine が図のように β-1, 4, glucoside型で鎖状に長く結合した含窒素多糖類である。非常に抵抗性のある多くの甲殻類の外部骨格となるに適しい性質をもつたものであるが，ある種の蛋白と燐酸基を通して結合しているといわれる[34]。その結合はそう強くないからこれまでのキチン分離法では殆ど蛋白部分が切れている訳である。最近 DUCHATEAU ら[20]が，ザリガニ殻の磨砕物から，水，熱水抽出物を除いた後，Borate (pH 9.1) で抽出されるキチンの蛋白部分 Arthropodin と更にその残渣から 5% NaOH で抽出される蛋白についてアミノ酸組成を見ている。更に ARION ら[4]もまた印度産エビのキチンのアミノ酸（蛋白の結合したキチン）について，Leucine 5.9%, Ph-alanine 4.8%, Tyrosine 4.0%, Alanine 6.9%, Histidin 6.2%, Lysine 6.5%, Cystine 痕跡という値を見ている。



キチンにはまた通常のものと X 線回折像，赤外線吸収の性質でいくらか違う β-キチンといわれるものがイカのペンなどに知られているが[59]，化学的にもこのものは通常のキチン（α-キチンと呼ぶ）より結晶構造をとり難い点（X 線回折像から見て），濃蟻酸に溶けい点などで違つている。更に蟻酸または 45% 発煙硝酸処理でα-キチンに移行して行く性質もあつて，α-キチンとは OH 基間の結合状態に差があるのではないかといわれている。更にまた環形動物ウロコ虫の毛その他には β-キチンとも違うものがあるが[40]（第1表），上述のように分子内の結合の違いによるもの，或いは結合する蛋白の違いによる場合などで，今後も色々と問題が起りそうである。

一方 RUDALL[59]はキチンとコラーゲンの動物界における分布に興味を抱いて，最近詳細な研究を行つたがその中でイカに関する部分は特記するに値する。即ちイカの嘴及び Radula は α-キチンから成り，ペンガ β-キチン，頸部軟骨がコラーゲンで，脚の吸盤には特殊の硬蛋白らしいものがあることである。北林[35]も略々これに近い観察を行つているが，一つの身体の中で用途によつて支持組織の化学成分をこのように色々とかえていることは驚異である。

なお支持組織の一般の例に洩れずキチンも生理作用はないが，最近橋本ら[29]によると，タツナミ貝の胃歯はキチンから成るが消化酵素をもつことを明かにして注目をひいた。また最近 Glucosamine が廿日鼠のある種の悪性腫瘍に効果のあることを報じた QUASTEL の報告に刺戟されて，Glucosamine をエビ殻からとろうとするための試み[31]，その他キチンの分布[64]，キトーザンの分離などの報告[42]がある。更にキチンから酒石酸をとろうとする住木ら[65]の研究も見られる。

Tunicin は 1845 SMIDT によつて発見され，BERTHELOT (1858) によつて命名されたホヤ類被嚢の繊維素で，物理的にも化学的にも植物繊維素と変りがないといわれているものである。しかし最近 RÅNBY[60]によると micelle の巾が植物のそれより広く，酸による水解にも抵抗が大きいといわれる。また ENDEAN[22]によると被嚢は繊維素だけでなく他に安定な多糖類もあるといわれ今後の研究が望まれる。なお宮城県ではホヤの消費が年々増加し，嗜好の域を脱しようとする傾向も見られるので，新しい分野における水産的研究という意味でもこの方面の研究の開拓が望まれることを附記しよう。

### 8. 硬化の機序

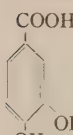
支持組織は硬く丈夫で，溶け難く冒され難いのが特長であるが，それが細胞から分泌され或いは所定の所

へ運ばれて来るまでは少くとも溶液に近い状態の筈である。そしてそれが如何硬化して行くか，その過程については殆ど知られる所がないが，重要な問題であるから気付いた所を参考に記して見る。

骨の形成硬化についてはクエン酸，Phosphatase 或いはコンドロイチン硫酸とコラーゲンとの結びつきなどが関係するといわれているが，未だ定説はないようである[13]。魚類についての研究は見当らないが，Phosphatase について，イ貝の足糸とスポンヂンの硬化に関連して ROCHE らの研究が見られ否定的である[55]。更に貝殻の場合にはある種の酸性蛋白によつて外套膜縁辺まで運ばれた Ca が，酵素作用によつて生成した炭酸と結んで $CaCO_3$ を沈着すると共に，その蛋白質は変性硬化してコンキオリンとなるのではないかとの田中の想像[72] 或いは巻貝の粘液に見られる Charonic sulphuric acid によつて運搬された Ca が Sulphatase によつて $CaSO_4$ として分離され，更に呼吸によつて生じた炭酸と改めて結んで $CaCO_3$ を沈着し，そこに固化が起るとする左右田の考えがあるが[62]，これも全く仮定だけのもので実験的根拠がない。しかしながらキチンについては稍々実験的にそれがグリコーゲンから発した葡萄糖が下のようにして

Glucose → Glucosamine → Acetylglucosamine → Chitin

キチンを作り上げること[61]，及び水溶性の Arthropodin の如き蛋白とキチンが結合し変性硬化する間に $CaCO_3$ が沈着して行くのではないかとの考えがある[20]。そして DUCHATEAU は実際にエビ殻から Arthropodin を分離している。一方 Tunicin についてはホヤの被嚢に多数の血管が走つていることと，そこに含れる血液細胞から Tunicin が分泌されることを観察している程度である[22]。以上何れにしても未だ此だ漠とした段階であるが，最近陸棲昆虫について行われた研究に興味のあるのが一二見られるのでここに引用しておく。




ゴキブリの卵をおさめる卵鞘は雌虫の右の Collecterial gland から右図のような Protocatechuic acid を分泌し，一方左の腺から水溶性蛋白を分泌する。これが合して Oxidase 系の存在で徐々に硬化暗変するといわれ，PRYOR ら[49] は実際に Protochatechuic acid を分離証明している。要するに水溶性蛋白がタンニンによる固定，硬化すると解する訳である。また大黒蠅蛹の発生過程中の芳香族アミノ酸の変動とその間それらが OH 化される現象のあるのを見た DENNELL[19] もこのように形成されたキノンのタンニン鞣作用によつて外被の硬化が行われるものと考えている。このようなことが水産動物の場合に起るか否かは問題があるとしても，Tyrosine, Ph-alanine など芳香族アミノ酸は硬蛋白或いは Arthropodin に割合多く含れるから，今後の研究に参考になるのではないかと紹介した次第である。

## 文　　献


1) 阿部芳郎・曾田幸雄: 日水会., **18**, 287 (1953).
2) C. D. ACKERMANN u. E. MÜLLER: Z. physiol. Chem., **269**, 146 (1941).
3) 赤堀四郎他: 科学, **20**, 132 (1950).
4) J. W. ARION & A. THOMAS: J. Univ. Bombay. 22, Pt., 5. Sci., No. Sect. B. No. 35 (1954).
5) N. T. ASTBURY & F. O. BELL: Tabul. biol., Hague. **17**, 9 (1939).
6) N. T. ASTBURY: Proc. Roy. Soc., London. S. B. **134**, 303 (1947).
7) R. S. BEAR: Advances in protein chemistry. Vol. 7, p. 69 (1952).
8) G. E. BEEDHAM: Nature, **174**, 750 (1954).
9) J. M. R. BEVERIDGE & C. C. LUCAS: J. Biol. Chem., **155**, 547 (1944).
10) A. M. BIDDER: Quart. J. Micr. Sci., **91**, 1 (1950).
11) R. J. BLOCK et al.: J. Biol. Chem., **127**, 685 (1939).
12) ——————: J. Dent. Res., **28**, 518 (1949).
13) G. H. BOURNE: The biochemistry and physiology of bone (1956).
14) C. H. BROWN: Quart. J. Micr. Sci., **93**, 487 (1952).
15) P. C. BROWN & R. CONSDEN: Nature, **181**, 350 (1958).
16) R. W. BURLEY & C. SOLOMONS: Bioch. & Biophys. Acta., **18**, 137 (1955).
17) M. DAMODARAN et al.: Bioch. J., **62**, 621 (1956).
18) E. H. DANNEVIG: J. Conseil, **21**, 156 (1956).

19) R. DENNELL: Proc. Roy. Soc., London. S. B. **148**, 271, 280 (1958).
20) G. DUCHATEAU et M. FLORKIN: Physiol. Comp. Oecol., **3**, 365 (1954).
21) J. E. EASTOE: Bioch. J., **65**, 363 (1957).
22) R. ENDEEN: Australian J. Mar. Freshw. Res., **6**, 139 (1955).
23) C. FROMAGEOT et al.: C. r. soc. biol., **148**, 785 (1948).
24) O. von FÜRTH: Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere (1903).
25) K. H. GUSTAVSON: Svensk. Kem. Tidskr., **65**, 70 (1953).
26) ————————: Acta Chem. Scand., **8**, 1299 (1954).
27) ————————: Nature, **175**, 70 (1955).
28) ————————: The chemistry and reactivity of collagen (1956).
29) 橋本芳郎・日比谷京: 日水会., **17**, 41 (1950).
30) ————・————: ibid., **19**, 5 (1953).
31) P. L. HOAGLAND & R. St. C. HILTZ: Fish. Res. Bd. Canada. Prog. Rept. Atlantic Coast Stn. No. 57, 6 (1953).
32) M. L. HUGGINS: 水島, 赤堀編, 蛋白質化学 4 巻, 65 頁 (1956).
33) L. H. HYMAN: Biol. Bull., **114**, 106 (1958).
34) N. N. IWANOFF: Bioch. Z., **137**, 320 (1923).
35) 北林邦次: 北水研報., **11**, 149 (1954).
36) B. A. KOECHLIN & H. D. PARISH: J. Biol. Chem., **205**, 597 (1953).
37) O. KUHN & H. FUCHS: Chem. Ab., **50**, 5930 (1955).
38) A. A. LEACH: Bioch. J., **67**, 83 (1957).
39) H. LERNER: Chem. Ab., **50**, 3660 (1955).
40) W. LOTMAR & L. E. R. PICKEN: Experimentia, **6**, 58 (1950).
41) E. M. LOW: J. Marine Res., **8**, 97 (1949).
42) C. V. LUSENA & R. C. ROSE: J. Fish. Res. Bd. Canada. **10**, 521 (1953).
43) M. H. MARKS et al.: J. Exptl. Zool., **111**, 55 (1949).
44) K. H. MEYER & M. MARK: Ber., **61**, 1936 (1928).
45) 中浜敏雄・長谷川政雄: 日農化., **16**, 539 (1940).
46) R. E. NEUMANN & M. A. LOGAN: J. Biol. Chem., **184**, 299 (1950).
47) 二戸一麿: 日農化., **20**, 338, 458 (1944).
48) 野田春彦: 水島, 赤堀編, 蛋白質化学, 4 巻, 65 頁 (1956).
49) M. G. M. PRYOR: Bioch. J., **40**, 627 (1946).
50) B. G. RÅNGBY: Bull. Assoc. Tech. Ind. Papetière, **6**, 67 (1952).
51) J. ROCHE et M. EYSSERIC-LAFON: C. r. soc. biol.. **142**, 1200 (1948).
52) ———— et ————————: Bull. Soc. chim. biol., **33**, 1448 (1951).
53) ———— et al.: ibid., **33**, 526 (1951).
54) ————————: C. r. soc. biol., **145**, 1474 (1951).
55) ———— et H. A. BERN: ibid., **145**, 1836 (1951).
56) ———— et Y. YAGI: ibid., **144**, 220, 526 (1951).
57) ———— et ————: ibid., **146**, 288 (1952).
58) S. ROTHMAN: Physiology and biochemistry of skin (1953).
59) K. M. RUDALL: Symposia of the Society for Experimental Biology. No. 9, Fibrous proteins and their biological significance. p. 49 (1955).
60) J. SAPER & W. E. WHITE: Nature, **181**, 285 (1958).
61) B. T. SHEER: Resent advances in invertebrate physiology. A symposium. p. 213 (1957).
62) 左右田徳郎: 化学の領域, **1**, 52 (1948).
63) C. SOLOMONS: S. African J. Med. Sci. **20**, 27 (1955).
64) S. L. SONTHALL & N. J. van RENSBURG: Preg. Rept. No. 6, Fish. Ind. Res. Inst. (Capetown), June (1949).
65) 住木愉介・八坂基雄: 日農化., **19**, 723 (1943).
66) Symposia of the Society for Experimental Biology. No. 9, Fibrous proteins and their biological significance (1955).
67) 高橋豊雄・横山和吉: 水研誌., **40**, 1 (1950).

68) 高橋豊雄・田中武夫: 日水会., **19**, 603 (1953).
69) ————・横山和吉: ibid., **20**, 525 (1954).
70) ————他: 東海区水研報., 15 号 (1957).
71) 高田亮平・上久保正: 日醱工., **28**, 133 (1950).
72) 田中正三他: 日化., **74**, 193 (1953).
73) 谷川英一: Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **3**, No. 1 (1955).
74) 土屋靖彦・高橋伊和夫: Tohoku J. Agr. Res., **1**, 209 (1950).
75) ————・野村 正: 科学, **23**, 146 (1953).
76) ————・————: Tohoku J. Agr. Res., **4**, 43 (1953).
77) ————・村瀬吕彦: 日本水産学会講演 (1958).
78) ————: 水産動物蛋白の Symposium 講演 (1958).
79) 渡辺弘毅: 日農化., **20**, 193 (1944).
80) G. E. YOUNG & D. G. SMITH: J. Biol. Chem., **219**, 161 (1956).

# 抄　　録

**変動する環境及び混合ストックからの最大持続生産量**　W. E. RICKER: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **15**, 991～1006 (1985).　産卵が一生に一回で，その年令が一定しているような魚（たとえばカラフトマス）のストックについて，6種の再生産曲線を用いて，環境が変動して再生産率が変つた時の影響を，モデルを用いて検討した。環境変動のモデルとして normal な任意数列を用い，これ等の数で掛けたり割つたりすることによつて変動を与えた。変動係数は1及び2の二つの水準を用いた。各型の曲線を通じて，逃避量を最適値に近く保つほど，漁獲率を一定にする場合よりも平均漁獲量は増加する。増加の程度は random な変動の大きいほど大きい。しかしその時には，年々の漁獲量の変動は大きくなり，ある年には完全に禁漁にしなければならないこともある。もし異なつた再生産曲線をもつたいくつかのストックを同時に利用する時は，その最大生産量は，これらを別々に利用する時のそれよりも低くなる。個々のストックは，漁業に対して別々の反応を示し，あるものはかえつて増加し，またあるストックは消滅してしまうかもしれない。（田中）

**Skeena 河での産卵資源量とそれからの生産量**　M. P. SHEPARD and F. C. WITHLER: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **15**, 1007～1025 (1958).　Skeena 河で漁獲されるベニザケは4才と5才が大部分で，しかもこれらはほとんど Babin 湖の群であるので，これを一つのストックからの漁獲とみなして再生産曲線を推定した。努力量及び年令別漁獲量を用いて年々の逃避量と各年級の生産量を推定し，それぞれ横軸，縦軸として図を画くと，左側で直線的に上昇し，極大点をすぎると急に下降するような型の曲線が得られた。曲線のまわりの点のちらばりは，原点近くで少なく，産卵群が多くなるほど大きくなつている。同様の図を両対数方眼紙上に画くと，ほぼ一様のちらばりとなる。得られた曲線から判断すると，90万尾の産卵で最大漁獲（140万尾）が得られる。しかし曲線の形からいつて，漁獲率や環境の変動に対して非常に敏感であるので，漁獲率を一定にするよりは，産卵群の量を一定に保つ方がよい結果が得られるであろう。過去の漁獲量及び努力量の変化を再生産曲線と合せて考えると，1930年代頃の減産には，獲りすぎが影響しているように思われる。（田中）

**各種刺戟に対するマグロの反応実験**　A. L. TESTER: *International Fishing Gear Congress, 1957*, paper No. 74.　1951年から1956年の期間にわたつてハワイ大学，太平洋漁業研究所が，マグロ漁法の改善とくに餌魚の代用を見つけるための情報を得ることも目的として，数種の刺戟の型に対する鮪の反応について実験した。すなわち，これまで餌料魚は入手難，高い死亡率が障害となり餌魚使用によるマグロ漁業の拡充は阻害されていたものである。

1．視覚刺戟に対する反応：　実験池に比較的収容し易いキワダと小メジについて人工光による反応を見た結果，いずれも適正なつよさの連続の白昼光に反応すること，しかし実際の場合では単にマグロの幼魚が若年魚にのみ応用可能と考えられる。オトリを使用すると白色オトリのやらかい光のものは他の色よりも最もよくひきつけられるようであり，これは魚の認視程度の如何が大きく作用しているものと思われる。マグロの目の光学的構造の面からも研究が行われたが，はつきりした結論は得られなかつた。

2．聴覚刺戟に対する反応：　マグロの運動による音の検出を行い，さらに連続刺戟音に対する魚の反応を調べた。結論的ではないがキワダマグロは低周波の複雑な音により集魚せられるかも知れないという暗示がなされた。

3．化学的刺戟に対する反応：　水槽試験の結果ではキワダマグロと小メジはある食物にひきつけられるというよく発達した臭覚と味覚とを持つていることが明らかにされた。彼等はきれいな色のマグロの切身によくひきつけられ，とくに小メジで著しい。これはこの切身の清澄な水性またはアルコール性抽出物ととくに関連があるようで，ある摂餌反応の型をとる。しかしこのような反応は水槽内で条件づけられた魚に対するものであり，海における野生の魚からは期待できないかも知れない。しかしその自然の環境にあつては例えば自然に条件づけられる生きた餌魚がにじみ出す物質に反応するだろうことが期待された。濃縮した抽出液体を以て海上においていくつかの実験が行われたが実験範囲内ではいずれも否定的な結論を得た。

4．オトリに対する反応：　水槽実験では種々の可食代用オトリは良好な成績であつたが海にあつては結果は否定的であつた。しかし種々の光沢を与えたオトリを使用した海上試験の結果によると，視覚というものは摂餌では臭覚よりも大きい役割を演ずることがはつきりした。

5．電気的刺戟に対する反応：　キワダは16 feet の space をもつ電極を用い1秒間10 cycle, 60V, で電気的反応が有効であつた。そしてこの反応を生ぜしむるに充分な電気的強さ，波型，周波数の pulsed direct current を起す amplidyne 等について研究が進められた。すなわちマグロの電気的誘導の可能性がはつきりした以上，生物学ということより電気工学的な問題がこれを推進させる。（野村）

**海産生産に及ぼす特定有機化合物の影響**　A.

COLLIER, S. Ray, W. B. Wilson *Science* (1956) **124**, 3214, 220. 海水中に特定有機化合物が含まれこれらは海産生物の living process に一定の役割をもつている。このように海の bioeconomy に影響するような多くの vitamin が天然につくられている。本報ではこれらの有機成分中の2例についてのべる。

いろいろの有機化合物をカキの飼育水に入れ天然にある炭水化物様物質と同じ反応を得るものを探した。niacinamide はその一つで，その最大の効果は valve を直ちに開き punping を完全に停止してしまう。niacinamide の濃度と逆比例して Pumping rate の減少が見られる。なお niacin は同濃度で反応を示さない。また *Barnacles* (*Balanus sp.*) では ascorbic acid が一番明瞭な反応を示した。0.014 mg/*l* の ascorbic acid により Barrnacles は直ちに copulating activity を示す。ascorbic acid の代りに HCl で pH を下げても反応を示さない。比較のためglutamate, glycogen methiomine, inositol などを使用すると cirri の搏動を刺戟するようであるが，ascorbic acid の時の如き反応は示さない。(浅野)

**太平洋産メクラウナギ *Polistotrema stouti* の滲透的諸性質** W. N. Mc FARLAND & F. W. MUNZ: *Biol. Bull.*, **114**, 348～356 (1958), North Coronado 島の北4哩，水深 150 尋の地点から採集した全長 300～460 mm，体重 41.4～135.3 gm の 45 尾の *P. s.* が用いられたが，調査前には給餌されなかつた。天然海水を 100%とし，これを蒸溜水で薄めて 85 %にしたものと，前者を初め 1/2 の量迄煮沸濃縮しそれに蒸溜水を加えて 116%の濃度にしたものの3種の海水に 30 時間供試魚を収容した。そして次の如き諸結果を得た。1) *P. s.* の全血と血清の滲透圧を調べ，85～116 %の海水濃度に等張である。2) *P. s.* の血液の高張性は供試魚を妨害して実験的に招くことが出来た。即ち1個体宛収容したものは海水と等張であつたが，3個体宛収容したものは相互に妨害し合つて海水より高張であつた。この要因は以前に報告されたこの高張の値を説明し得るかも知れない。3) 血清中の Na と Cl とが，全滲透圧の 88%の原因となつている。内部媒質と外部媒質中の Cl の比 ($Cl_i/Cl_e$) の 15 個体の平均値は 0.92 である。比試魚が妨害されることによつて生ずる高張性は，血清中の Na と Cl の濃度が高まることによつて惹起される。4) 尿素はメクラウナギの肝臓からは欠如しており，従つて滲透的構成には無関係と認められる。4表並びに文献 15 篇を附す(妹尾)。

**大腸菌群の IMViC 型と硼酸乳糖ブイヨン (BALB) 試験との関係についての検討** H. F. CLARK, E.E GELDREICH, P.W. KABLER, R.H. BORDNER, and C.B. HUFF: *Applied Microbiology*, **5**, 396～400 (1957). アメリカ合衆国の 14 の場所の地表水から分離された大腸菌株を IMViC 系により 12 の型に分類した。その 4423 株を BA-LB で 43°C に 48 時間培養しガスを産生したものを陽性，然らざるものを陰性と記録した。＋＋－－型の 731 株に於ては 682 株 (93.3%) が陽性を示し，他の 11 型に属する 3692 株に於ては 500 株 (13.5 %) が陽性であつた。＋＋－－型の 6.7 %が陰性であること及び他の IMViC 型の 13.5 %が陽性を示したという結果からみると＋＋－－型の正確な検出のために BABL 試験を単独に用いることはすすめられない。又菌株の分離された場所別に観察すると上記の数値は場所によつて相当変つてくることが示された。単独試験として BABL 法を用いると 1182 株 (26.7%) が＋＋－－型とみなされるが実際に IMViC 試験の結果では 731 株 (16.5%) が＋＋－－であつた。BALB 試験とインドール試験とを併用した場合には 385 株の誤つた陽性の数値が除かれ陽性は 797 株 (18.0%) に減少した。(堀江)

**大腸菌群の IMViC 型と EC 培地試験** E. E. GELDREICH, H.F. CLARK, P.W. KABLER, C.B. HUFF, and R. H. BORDNER: *Applied Microbiology*, **6**, 347～348 (1958). 大腸菌群の 5794 株について IMViC 試験及び EC 培地に於ける 45°C で 24 時間培養した時のガス産生試験を行つた。EC 培地試験で *Escherichia coli* I 型は 92.7%，*Escherichia coli* II型は 21.8%が陽性であつた。両菌型を糞便系と考えて合計した場合には 83.7 %が陽性となつた。一方大腸菌群の非糞便系の型では 7.8%が陽性であつた。又＋＋＋－型の 77.2 %が陽性を示したがこのことは本菌型が *Escherichia coli* I 型と近い関係にあることを示唆する。EC 培地試験は実際の場合に *E. coli* を迅速に測定するための適当な方法と思われる。(堀江)

**北海産タラ表皮の細菌について** D.L. GEORGA: *J. Gen. Microbiol.*, **18**, 84～91 (1958). 1955 年1月から 1957 年1月にかけて北海で獲れたタラ表皮の細菌組成について調べた。その結果によると 0°C 又は 20°C で生育する表皮の菌数は $10^3$～$10^6$/1 $cm^2$ であり，37°C で生育する菌数は 20°C のそれの5 %を越えることがなかつた。一方表皮の細菌組成は 20°C の培養条件で *Pseudomonas* 44%，*Achromobacter* 32%，*Corynebacterium* 9%，*Flavobacterium* 6%，*Vibrio* 6%，*Micrococcus* 1%，その他 2 %であり，0°C 培養の菌組成は 20°C 培養の場合と殆ど同じであるが *Corinebacterium* 以下4属の出現率が低下した。菌の季節的変動を見ると菌数の増大は 1955 年で6月と 10 月，1956 年で7月と 11 月に認められ，この変動はプランクトンの季節的変動と関係があるらしく，水温との関係は認め難い。また菌組成の季節的変動に於ては冬期に発光菌が増大することが判つた。(山田)

**褐変反応，褐変とアマドリ転位** P. NORDIN and Y.S. KIM: *J. Agric. Food Chem.*, **6**, 763

～764 (1958), 種々の乾燥食品に糖アミノ反応による褐変現象が認められているが, この現象は魚肉を 100°C 以上に加熱した場合でも認められる。この糖アミノ反応でアマドリ転位が重要な働きをしていることは多くの研究から明かである。著者はこのアマドリ転位が糖とアミノ酸の稀釈溶液に於ても生ずることを明かにした。即ち 0.04 M のブドウ糖とアミノ酸(グリシン, アラニン, フェニルアラニン)溶液を 93°C に加熱すると 290 mμ 附近に最大吸収帯が現れること並びに加熱溶液をペーパークロマトグラフにて展開し転位化合物に相当する Rf の部分をとり, その濃縮液が 2,6-dichlorophenolindophenol を脱色し, ニンヒドリン反応を呈することからアマドリ転位化合物の存在を確めた。一方転位化合物を ABRAMS 改良法によつて定量したところ 2 時間加熱で 11.9 mg/100 cc を示した。(山田)

**ザリガニのナトリウム吸収** J. S. SHAW: *Nature*, **182**, 1105～1106 (1958). 多くの淡水産動物が非常に稀薄な溶液から $Na^+$ 及び $Cl^-$ を吸収し得ることはよく知られているが, 吸収速度調節の限度或いは吸収速度に影響を及ぼす内的或いは外的要因については殆んど知られていない。この実験ではザリガニ (*Astacus pallipes*) の Na 吸収調節機構解明の一端として体内 Na 量及び外囲水 Na 濃度の影響について研究した。体重約 10 g のザリガニを 0－1mM/*l* の食塩水 (Na の一部は $Na^{24}$) 250 m*l* 中に入れ, 外囲水の activity の減少及び Na 濃度の変化から吸収速度を調べた。

0.3 mM/*l* の濃度 (Newcastle の水道水の Na 濃度) における吸収速度は約 1.5 μM/hr/15 g 体重であつた。体内の Na が減少すると吸収速度は徐々に増し, ある外囲水濃度ではある最高値 (正常時の 4～5 倍) に達する。逆に体内 Na 量が増加すれば吸収速度は低下する。体内 Na 量の 1～2 %が増減しただけでも吸収速度は著しく変化するが, 6～8 % 失われると最高となる。また吸収速度は外囲水濃度によつても変化し, その関係は MICHAELIS—MENTEN 型の関係に従う。このことは $Na^+$ が高濃度の時飽和されるような担体によつて運ばれるとすれば当然予想される処であり, 更に非常に低い濃度で半飽和されることは担体の $Na^+$ に対する親和力が非常に強いことを示すものとして興味深い。(鴻巣)

**数種藻類の核酸の組成** Eva M. LOW: *Nature*, **182**, 1096 (1958). 5 種の淡水産及び海水産藻類につきその核酸の組成に差があるか否かを調べた。試料 (*Navicula pelliculosa* (I), *Nitzschia palea* (II), *Anacystis nidulans* (III), *Chlorella pyrenoidosa* (IV), *Cylindrotheca gracilis* (V)) はそれぞれ適当な条件で純粋培養したもので, 遠心分離により藻体を集め OGUR & ROSEN 法 (1950) で核酸を分離し, 更に RNA 及び DNA に分別した。RNA 及び DNA は 3N 過塩素酸で 100°C, 1.5 時間加水分解後氷冷苛性カリで中和して過塩素酸カリを沪別, 沪液を濃縮し, クロマトグラフを行つた。プリン及びピリミジン塩基は WYATT 法 (1951) により 0.1 N 塩酸で溶出し, 吸収スペクトルによつて定量した。繰返し実験を行つたが上述の藻類から得た RNA 及び DNA の紫外部吸収スペクトルは他の来源のそれと著しい差はない。また 5 種とも RNA より Cytosine, Uracil, Adenine, Guanine が, DNA より Cytorine, Thymine, Adenine, Guanine が見出された。5-Methylcytosine は何れの藻類にも認められなかつた。DNA 中の Adenine/Thymine, Guanine/Cytosine, Purine /Pyrimidine のモル比はそれぞれ I: 1.01, 1.06 1.03; II: 1.09, 0.99, 1.04; III: 1.04, 1.08, 1.04; IV: 1.10, 1.08, 1.09; V: 1.02, 1.00, 1.01 であつた。(鴻巣)

**食品保存料としてのビタミン $K_5$** H.Y. YANG, W.F. STEELE, R. W. STEIN, R.F. CAIN and R. O. SINNHUBER: *Food Technology*, **12**, 501～504 (1958). 防黴剤としてのビタミン $K_5$ の効力をソルビン酸, ビタミン $K_3$, その他の市販防黴剤と比較した。試料カビはチーズより分離して使用した。マッシュルーム・ソース, イチゴジャム, チーズ, カニ肉, フランクフルター等にビタミン $K_5$ を 0～100 ppm. 添加し, 室温, 冷蔵庫等に放置し, カビの抑制効力を調査した。カニ肉ではビタミン $K_5$ を 0～100 ppm. 添加した塩水中に浸漬後冷蔵庫に放置したところ 10～20 ppm. で 4 日, 50～100 ppm. で 7～18 日間防黴効力を示すが, 然しカニ肉の色調は桃色から暗赤色に変化する欠点を有し, 然もその変色とビタミン $K_5$ の濃度とは比例する。フランクフルターに対しては予め肉糊中に 50～100 ppm. 添加しても, 或いは製造後ビタミン $K_5$ 液中に浸漬しても室温で 3 日後には多量のカビが生えてしまう。ビタミン $K_5$ は 250°F, 1 時間の加熱に対して安定である。(須山)

**抗生物質を添加した肉に対する照射の影響** R.F. CAIN, A.W. ANDERSON and A.S. MALASPINA: *Food Technorogy*, **12**, 582～584 (1958). すりつぶした牛肉にクロルテトラサイクリン塩酸塩, オキシテトラサイクリン塩酸塩, テトラサイクリン塩酸塩を 5～50 ppm. 添加して包装してガンマー線を 0.18, 0.37, 0.74, 1.48, 2.96 及び 4.65 megarad 照射し, 或いは牛肉切片を 100 ppm. オキシテトラサイクリン液中に 1 分間浸漬後包装して 0.1 及び 0.3 megarad 照射し, 鮮度保持効果並びに細菌 (*B. cereus* var. *mycoides*) の死滅効果を対照試験と比較検討した。0.18～0.72 megarad では抗生物質は肉の鮮度を充分に保持したが, 4.65 megarad では抗生物質は殆んど或いは全く破壊された。オキシテトラサイクリン液に浸漬した牛肉切片は, 0.1 及び 0.3 megarad 照射した切片と同じように細菌数を減少せしめるが, 抗生物質処理を施した後照射

したものは相剰効果により細菌数が著しく減少した。(須山)

**Apalachicola 湾産のカキにおける niacin, riboflavin, thiamine の季節的量変化** J. WENTWORTH and H. LEWIS: *Food Research*, **23**, 194～197 (1958). Aparachicola 湾産のカキ (*Crassostrea virginica*) について niacin, riboflavine を 1955 年 2 月から 56 年 8 月まで, thiamine を 1955 年 10 月から 56 年 8 月まで毎月定量し, その季節的量変化を調べた。niacin 及び riboflavin はそれぞれ *Lactobacillusa rabinosus*, *Lactobacillus casei* を用いて微生物定量を行い, thiamine は Jansen の thiochrome 法で定量した。この結果 niacin は全測定期間を通じて生カキ 100 g に対して 1.41～3.34 mg の間で平均 1.97 mg, ribofravin は 0.06～0.29 mg, 平均0.18 mg, thiamine は 0.08～0.18 mg, 平均 0.12 mg であつた。riboflavin と thiamine については季節的量変化は認められなかつたが, niacin は夏から秋ぐちにかけて最高含有量を示し季節的に変化することが認められた。(野中)

**淡水魚の鮮度と揮発性塩基, 揮発性還元物質, 生菌数との関係** M.N. MOORJANI, J.R. IYENGAR, K. VISWESWARIAH, D. S. BHATIA and V. SUBRAHMANYAN: *Food Technorogy*, **12**, 385～386 (1958). 数種の淡水魚について魚の鮮度指標としての揮発性塩基 (TVB), 揮発性還元物質 (VRS) 及び生菌数の相互関係を検討した。新鮮な "Gende" (*Barbus carnaticus*), "Kooralu" (*Barbus dufious*), "Arja" (*Cirrhina fulungee*), "Bale" (*Wallago attu*), "Machallu" (*Labeo* Spp.), 等 5 種の淡水魚の切身を防湿セロファンに封じ込み 4°C と 30°C に貯え, 一定期間貯蔵後 TBV, VRS 及び生菌数を測定した。TRV と VRS は擂潰した切身の圧搾液について それぞれ Conway の微量拡散法, Faber の方法で測定し, 生菌数は擂潰した魚肉の水浸圧液を用い, 普通寒天培地で 23°C～25°C 72 時間培養して測定した。実験した 5 種の魚はいずれも殆んど同じ結果を与え TVB が 10 mg% を越えたものは僅かに腐敗臭が感じられた。VRS は 8～10 m.e./5 m*l* のものは良好であるが, 15 m.e./5 m*l* のものは僅かに腐敗臭を呈し 20 m.e./5 m*l* では明らかに腐敗と認められた。感能検査と VRS 及び生菌数の間には或種の関係があることが認められた。(野中)

**魚類のコラーゲンとゼラチンのアミノ酸組成** J. E. EASTOE: *Biochem. J.*, **65**, 363～368 (1957). タラ, チヨウザメ, サメ, 及び肺魚のコラーゲン及びゼラチンのアミノ酸組成をイオン交換クロマトグラフィによつて分析した結果を哺乳類のコラーゲンのそれと比較した。これら魚類 (F) のコラーゲンは哺乳類 (M) のそれに類似したアミノ酸組成をもつが, プロリンとオキシプロリンが少く (それぞれ F 8.2～10.5%, M 10.1%; F 4.9～6.4%, M 8.2%), セリンとスレオニンが多い (それぞれ, F 3.4～5.8%, M 2.9%; F 1.9～2.4%, M 1.5%)。あるものはメチオニンとオキシリヂンが多い。タラの骨からえられたゼラチンは 10° で硬度が低いが, 他のものは哺乳類ゼラチンと同程度で, やや低目の硬度を示す。一般にコラーゲンの収縮温度とゼラチンのゲル性状はオキシプロリンの量に比例して降下するが, 例外のあることはポリペプチド鎖間の結合の安定度に影響するものがそれだけでないことを示す。魚のコラーゲンの性状と組成の変化は分類学上の位置よりも棲息環況温度に関係があるようである。(松本)

**南アフリカ産 pirchard (ニシン) 油中の docosahaxaenoic acid の分離とその構造** J. M. WHITCUTT: *Biochem. J.*, **67**, 60～64 (1957). Li 塩-アセトン法, 尿素アダクト法, メチル化, 分子蒸溜, 加水分解, reversed phase partition chromatography の組合せによつて精製された淡色透明な油状液は mp −44.5～44.1°C, $n_D^{62}$ 1.5017, C 80.5%, H 9.7%, 2 重結合数 5.96/mol, Eq. wt. 324 であつて, docosahaxaenoic acid ($C_{22}H_{32}O_2$) より期待される理論値 (C 80.4%, H 9.8%, 2 重結合数 6.00/mol., Eq. wt. 328) に対応する。水添生成物のクロマトグラフは $C_{22}$ の酸のみの存在を示す。その融点は *n*-docosanoic acid の既知検体より 0.9° 高く, 混融しても降下しない。X 線法による周期は 48.2Å で, 後者の 48.0～48.3Å に一致する。X 線図及び赤外線吸収スペクトルも *n*-docosanoic acid と差がない。沃素価 (446) は理論式の 464 と不一致であるが, これは類似の不純物の存在のためと考えられ, この試料の純度は 84～90% と推定される。酸化生成物は酢酸, プロピオン酸, マロン酸, こはく酸のみを含み, 紫外線及び赤外線スペクトルの結果と併せ, $H_3C{\cdot}CH_2(CH{:}CH{\cdot}CH_2)_6{\cdot}CH_2COOH$ (all-*cis*-*n*-docosa—4:7:10:13:16:19 — hexaenoic acid) であると推定される。諸魚油の docosahexaenoic acid について既に提案された構造との相異点を論議する。(松本)

# 雑　　録

## ○1月理事会

1. 開催日　昭和 34 年1月 19 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　田内会長，外 21 名
4. 議　事

a．高分子学会よりの工場排水と漁業に関する講演会共催申入れについて。

上記の件につき共催を諒承し，本学会よりの講演者としては松江吉行氏，或は同氏に人選を一任することにした。

b．イワシ生物学に関する世界科学会議について。

本年9月ローマで開催される第1回同会議に対する本邦代表派遣について水産庁長官より協力方の申し入れがあつた。本会としては同会議の重要性を認め，代表派遣の依頼を学術会議に申し入れることにした。

c．入会承認　個人4名

5. 報　告

a．日本学術会議員選挙有権者の資格審査に関する農学会案について。

上記農学会案について，先に本会より申請した学協会雑誌・報告書等の資料分類表より脱落しているものを調査し，この旨農学会に申入れた事を，学会事務局より報告した。

b．農学会評議員会について。

上記の件につき，久保伊津男氏より下記の報告が行われた。

1. 学会負担金について

農学会より本会負担金が 9,870 円に増額される旨報告があつた。

2. 特別委員について

農学会の今後の運営について，各学会より1名宛の特別委員を選出し，これを検討することに決定したので，各学会に考慮方の依頼がつたえられた。

6. 渉外関係

1. 国立北京図書館より中国刊行物との交換申込があり，これを了承した。受入書目については事務局が決定を委任された。
2. ユーゴスラビア Societas scientiarum naturalium Croatica, Sectio Biologica より Bioroški と Glasnik の交換申込を了承した。
3. New Jersey State Fisheries Laboratory よりの交換申込を了承，受入書名については不明，以上は本誌 25(1) より交換開始と決定された。
4. 学会事務局に通知された今年の国際会議2件につき本誌掲載を決定した。(前号，24 巻9号参照)
5. Bull. Fish. Res. Bd. Canada 増大号特別配布の依頼書発送を報告した。

## ○関東在住緊急役員会

1. 開催日　昭和 34 年1月 26 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　田内会長，外 18 名
4. 議　事

a．昭和 34 年度第6部関係国際学術会議派遣代表候補者推薦依頼の件，

上記の件につき1月 27 日迄回答され度き旨，農学会を通じ学術会議より1月 22 日依頼された。審議期日が極めて切迫しているため，やむを得ず関東在住役員会を開催し，下記の如く派遣希望国際会議，及び派遣代表者を決定した。

| 国際会議名 | 開催地 | 期日 | 派遣代表者数 |
|---|---|---|---|
| 第 10 回国際冷凍会議 | コペンハーゲン | 8月19日～26日 | 1 |
| 国際動物血液シンポジウム | ペンシルバニア | 8月31日～9月3日 | 1 |
| イワシ生物学に関する世界科学会議 | ロ ー マ | 9月14日～21日 | 2 |
| 国際海洋会議 | ニューヨーク | 8月30日～9月12日 | 4 |
| 汚物海中投棄に関する第1回国際会議 | バンクレー | 7月22日～25日 | 1 |

b．農学会分担金の件，

農学会に対する本会負担金 9,870 円を諒承し決定した。

c．入会承認　個人3名

## ○昭和 33 年度日本水産学会中国四国支部大会

昭和 33 年 10 月 19 日（日）

福山市沖野上町　広島大学水畜産学部福山教場

1. 網地の結節強度について ……角田俊平（広大水産）
2. 淡水魚に対する電気スクリーンの効果　1.「ウナギ」について ……竹下伊佐雄（広大水産）
3. 印度洋に於ける浮游性端脚類について ……鶴田新生・平山豪（水講）
4. 蝦類の gill area ……安田治三郎（内水研）
5. 瀬戸内の海況（潮汐）……松平康雄（広大水産）
6. 瀬戸内海の放射能汚染 ……竹内脩・敦賀花人・°新田忠雄（内水研）
   - Ⅰ．瀬戸内海の海水中の放射性物質について
   - Ⅱ．アサクサノリに含まれる放射性物質について
7. チダイの年令と成長 ……°三尼真・・相川広秋（九大水産）
8. 魚類網膜に対する頻光刺戟　Ⅱ．融合頻度に及ぼす順応照度の影響 ……°小林博・小松公平（水講）
9. 油脂類の酸素吸収について（予報）……石川安太郎（広大水産）
10. 水産動物筋肉エキスのアミノ酸組成-Ⅱ．貝肉の遊離アミノ酸とその腐敗による消長 ……伊藤啓二（広大水産）
11. 小型底曳網における漁場行使の一例（広島県音戸町の場合）（スライド使用） ……篠岡久夫（内水研）
12. 海藻の揮発成分に関する化学的研究 ……片山輝久（広大水産）
    - 第 15 報　コンブ Laminaria の揮発成分について（その3）
    - 第 16 報　海藻による揮発成分の異同，磯の香，海藻の香気成分，海藻臭について（スライド使用）
13. アサクサノリ穿孔糸状体の黄斑病（?）の薬品処理について ……°藤田虎也・河内康伸（広大水産）
14. 仔鯉の採血法及び2～3の血液検査法に就いての吟味 ……村地四郎（広大水産）

# 会　　告

1959-60 年度フルブライト資金による往復旅費のみの給付に関する選考について次の通り発表された。

1. 応募資格：　1) 志願者は日本の国籍を有すること。 2) 米国大学，研究所，病院等より招聘又は在籍許可を得ていること。3) 米国における充分な弗資金による滞在費を確保していること。
2. 応募種別：　1) 教授，研究員―日本の博士号を有するもの又は同等以上の学力，経験を有して，米国大学，研究所又は大学附属病院（私立病院は不可）などにおいて正規の講義を行うか，または高度の研究を実施するもの―申込〆切日は 3 月 20 日。 2) 米国大学院留学希望者―日本の大学卒業または同等以上の学力を有して，米国大学院・研究所・病院等において所定の課程を履修するか，又は同等の研修を受けるもの―「A．一般（臨床医学以外の全科）」の申込〆切日は 4 月 24 日．（抄）

希望者はフルブライト委員会（千代田，九段 2 の 2，30-0260～4）に発表要項を請求，参照されたい。

# シンポジウム予告

（昭和 34 年度年会）

## ○生物環境シンポジウム　（日本海洋学会と共催）

1. 日　時　　4 月 5 日　09.00～13.00
2. 場　所　　東海区水産研究所　第一会議室
3. 課　題　　密殖と環境

## ○水族生理学シンポジウム

1. 日　時　　4 月 3 日　時間未定
2. 場　所　　未定
3. 演題及び講演者

| | | |
|---|---|---|
| 1. | 魚卵の受精 | 浜野　繁（北　大） |
| 2. | 魚類の発する音響に関する研究 | 塚本芳和（東　大） |
| 3. | 魚類網膜電機現象の応用的意義 | 田村　保（名　大） |
| 4. | 未　　定 | 小林　博（水　構） |
| 5. | 視覚中枢誘発電位からみた魚類の色覚について | 小西治兵衛（三重大） |

## ○水産増殖談話会シンポジウム

1. 日　時　　4 月 4 日　09.30 より
2. 場　所　　東海区水産研究所　第二会議室
3. 課　題　　ミジンコの生産について

## ○ブランクトンシンポジウム

Vol. 24, No. 9 正誤表

| 頁 | 行 | 誤 | | 正 |
|---|---|---|---|---|
| 723 | 下 7 | (引用文献頁) | 725 | 730 |
| 〃 | 下 5 | ( 〃 ) | 719 | 724 |
| 729 | 4 | ( 〃 ) | 724 | 730 |


## 会誌 論文集 合本用ファイル (B5判) 実費頒布御通知

水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

昭和23年度 (14巻) 迄は1冊に2ヶ年分が入ります。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあげず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

頒価 ￥120 〒￥20

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。



昭和三十四年二月二十日 印刷
昭和三十四年二月二十五日 発行

第二十四巻 第十号

本号定価130円 (送料別)

編集兼発行者 大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内

発行所 日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内
振替口座 東京 59529番
電話 (45) 2200番

印刷者 笠井康頼

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

発売所 株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0931

# ウナギにサルファ剤を与えた時の組織内濃度について

保 科 利 一
(東京水産大学)

## Tissue Levels of Sulfa-drugs in Eel

Toshikazu Hoshina

The tissue concentrations of sulfamerazine given at the rate of 20 milligrams per 100 grams of fish per day were examined. The fishes weighing on the average 95.6 grams were kept in a concrete-pond and fed once a day with the drug-containing food at the rate of 10% of the fish-weight per day. The water-temperature was 27.5～33.4°C, average 30°C during the experiments.

The treatment was continued for five successive days and the determinations were made with the composite samples of two fishes each, on the first to seventh day after the commencement of the treatment. The results (Table 1 and Fig. 1) showed the similar tendency to that of trout, which had been reported by Snieszko and Friddle (1951).

The blood concentrations of thiasin, sulfadiazine and sulfamerazine were measured in eels which received the intramuscular injection or oral administration of one dose of the drugs at the rate of preceding experiments. The results obtained are presented in Table 2.

著者は先にニジマスにサイアジンを経口投与し，魚体組織内の該薬剤濃度を測定した実験例を報告した。今回同様な実験をウナギに対して試みた，目的はウナギの細菌性疾病の治療上の参考に供するためである。本実験はロメジン（サルファメラジン）を用いたものであるが，なお参考のため本剤のほかサイアジン及びダイアジンを用い，注射，及び人工的に経口投与し，血中濃度の測定を行つた。以下これらの実験について報告する。

**供試魚並びに実験方法**　ロメジン投与実験における供試魚の飼育，その他の実験条件は次の通りである。東京水産大学吉田実習場で養成中の健康なウナギ 88 尾（総体重 7.5 kg）を用い，これを同場内の 150 平方メートル（45.4 坪）のコンクリート池に放養し，魚肉を与えながら 9 日間飼い馴らしてから薬剤の投与を始めた。この準備期間中の体重増加を 1.01 kg と見積り（9 日間の摂餌量は 6.06 kg であつてその 1/6 が増加体重と見込む）投薬開始当日の総体重＝放養量を 8.51 kg と推定し，その後は実験のため取揚げによる減量と，日々の成長による増量とを加減し，毎日放養量を推定して，薬剤を与えた。実験終了後，残つた魚の総体重を測定して，日々の推定値とチエックしたところ，その推定値に大きな誤りは発見されなかつた。薬剤の投与な魚体重 100 g 当り 1 日 20 mg とし，つづけて 5 日間与えた。そして，投与を始めた 1 日後から薬剤濃度の定量を始め，その中止後 3 日目まで継続した。餌は魚（イワシ，アジ）を挽肉とし，これに薬剤を加え充分に混和し，給餌箱（吉田実習場在勤，久保田伸三氏が本実験のため，工夫，工作された）に入れ，これを水面に浮し自由に食べさせた。給餌は 1 日 1 回とし，給餌量は放養量の 10% であつて，食べ残しはなかつた。ただ実験開始から 4 日目の 1 日だけ僅か残したのみであつた。実験池の水温は 27.5～33.4°C 平均 30.0°C であつた。

次に注射または人工的経口投与実験は次の通りである。注射は 1 回筋肉内に行い，その量は魚体重 100 g 当り 20 mg である。測定は 12～72 時間経過時において行つた。注射薬はサルファ剤を蒸餾水に適量の

1958 年 11 月 25 日受理

NaOH 液を加えて溶解させたのち HCl を少量づつ滴下して pH を 7.6 前後に修正し，薬剤濃度は正確に 20mg/cc となるように調製したものを使用した。人工的経口投与の場合は魚体重に応じて薬剤を秤量してカプセル (No. 4) につめ，これをウレタンで麻酔した供試魚の胃内に挿入したのである。そして1尾毎に区分して水槽に収容，吐出の有無を確めて実験に供した。薬剤濃度の測定時は前者と同様である。以上2つの実験の供試魚は絶食状態に置かれ，水温は 22.0～27.4°C 平均 23.9°C であつた（1日6回測定）。

魚体内のサルファ剤の測定は供試魚2尾を1組として行つた。すなわち血液の場合はツベルクリン用注射器を用い，予め 3.8% のクエン酸ソーダ液 1cc を吸引し置き各個体から血液 0.5cc 宛をとり，時計皿の上でよく混合し，その 1cc をホールピペットで採取，以下常法にしたがつて，光電比色計により比色測定した。組織の場合（筋肉，肝臓，腎臓）は各個から摘出した材料を乳鉢にとり充分にすりつぶしてからその 1g 見当を秤量管にとつて，秤量，アルコールを加えて保存し後日の定量に供へた。定量の方法は冷却管付き試験管に試料を入れ，加熱浸出を充分に行つてから沪過，沪液を 20cc とし，その 5cc をとつて，15% トリクロール酢酸 5cc を加え，一夜放置後沪過，その沪液 5cc をとつて，以下常法の通り処理して比色定量した。アゾカップリングには津田試薬を使用した。なお薬剤を与えない2尾のウナギから血液及び各組織を同一方法で採取し，且つ同じ処理を行つて，光電比計の読みをとり，これを前者の読みから差引いて計算した。

**実験結果並びに考察**　ロメジンを経口的に与えたときの実験結果は Table 1 及び Fig. 1 に示す通りであつて，SNIESZKO and FRIDDLE (1950) 等がカワマスに本剤を同じ割合で与えた実験結果と大体似ている。彼等は 15 日間投薬を続けたのであるが，濃度の変動について特異な現象を観察している。すなわち投薬の継続により漸次，濃度の上昇をたどり，9日目に最高に達したが 10 日目には急に低下を示したことである（血中濃度で実験開始後8日目 14.2，9日目 25.0，10日目 13.0 mg%）。また同氏等は糞便中に極めて多量の薬剤を検出しており，投薬開始後2日目及び3日目で 300 及び 750，投薬中止後3日目で 5.5mg% であつたという。著者の実験では Table 1 に示す通り 33.6，32.0 及び 2.7 mg% であつた。投薬中止後3日目の薬剤含量には極端な差がないから，材料のとり方に差があつたのでないかと思われ

**Table 1.** Levels of free sulfamerazine in various tissues and feces of eel, *Anguilla japonica* which received the drug at the rate of 20 milligrams per 100 grams of fish per day.
Determinations were made with composite samples, each of two fishes (average weight 117 grams)

| Days after the start of treatment | Sulfamerazine in eel tissues in milligrams per cent | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Blood* | Liver | Kidney | Muscle | Feces** |
| 1 | 6.8 | 6.5 | 3.2 | 2.1 | — |
| 2 | 5.1 | 5.3 | 3.8 | 1.9 | 33.6 |
| 3 | 12.1 | 10.9 | 8.9 | 4.1 | 32.0 |
| 4 | — | — | — | — | — |
| 5 | 9.4 | 9.2 | 7.4 | 3.0 | 18.2 |
| 6 | 2.8 | 2.7 | 1.2 | 1.0 | 10.6 |
| 7 | 1.1 | 0.7 | 0.9 | 0.6 | 2.7 |
| Average 1 to 5 days | 8.4 | 8.2 | 5.8 | 2.8 | 27.9 |

Treatment with sulfamerazine was continued on 5 successive days.
* Milligrams per 100cc of blood.
** Taken from the rectum.

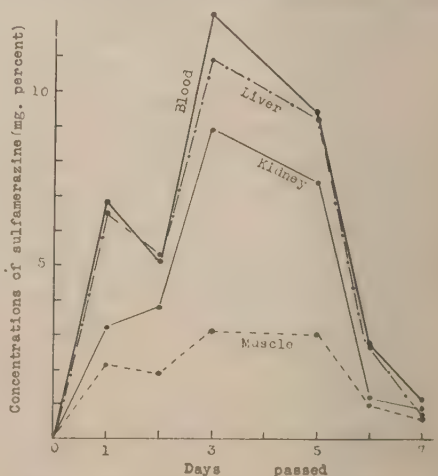



**Fig. 1.** Graphic representation of the results shown in Table 1.

**Table 2.** The concentration (mg/100 cc blood) of three kinds of sulfonamides in the blood of eel which was treated with one dose of drug injected intramuscularly or introduced orally by using capsules. Dosage 20 milligrams per 100 grams of fish. Determinations were made with composite samples, each being consisted of two individuals (141～200 grams, average 165 grams).

Water-temperature 22.0～27.4°C, average 23.9°C.

| Hours after the beginning of treatment | Thiasin | Sulfadiazine | Sulfamerazine | Remarks |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 9.3 | 22.6 | 16.0 | Intramuscular injection |
| 24 | 9.9 | 23.1 | 23.8 | |
| 48 | 5.3 | 20.6 | 18.6 | |
| 72 | 3.8 | 18.7 | 14.7 | |
| Average | 7.1 | 21.3 | 18.3 | |
| 12 | 4.1 | 3.7 | 2.2 | Oral administration |
| 24 | 2.9 | 2.5 | 2.0 | |
| 48 | 2.8 | 2.2 | 1.4 | |
| 72 | 2.0 | 0.6 | 2.1 | |
| Average | 3.0 | 2.3 | 2.0 | |

る。著者は薬剤を投与してから正確に 24 時間経過するごとに sampling したのであつて，またその材料は直腸内にあつた糞便と認めてよいものを調べたのである。次に 3 種類のサルファ剤を注射または人工的に経口投与した実験結果は Table 2 に示す通りである。

注射の場合は 24 時間後最高濃度に達しその後漸次低下したが，下がり方は緩で 72 時間経過しても著しく高い濃度であつた。もつともこの実験魚は低い水温（平均 23.9°C）並びに絶食状態にあつたものであるから生理機能の低下もあろう。本実験結果について特に注目すべきことは，サイアジンの場合の濃度が著しく低いことである。これはおそらく注射薬を作るのに用いた溶剤に欠点があるためと思われる。このことは次の実験結果からうかがえる。すなわち鰭赤病にかかつているウナギ（体重 121～212g）2 尾づつを用いて同じ注射薬を筋肉注射し，24 時間目における濃度を測定した結果は（用量，その他は前者に同じ）サイアジン 6.5，サルファダイアジン 21.5，ロメジン 20.1 mg であつたが diethanolamine を用いてサイアジンの注射薬を作り病魚 4 尾（体重 96～174g）に注射した結果は（この場合は 1 尾毎に定量）29.2，22.2，27.4 及び 15.5mg であつた。

また次のカプセルを用いて人工的に経口投与した実験ではサイアジンが最も高い濃度を示している。以上の事実から供試サルファ剤のうちでは魚体に吸収される割合にはあまり差異はないようで，強いていえばサイアジンが一番優れているのでないかと思われる。

次に人工的に経口投与した実験例のうちロメジンの濃度を見ると，自然に食べさせた場合より著しく低いが，この点は供試魚が絶食状態にあつたためと思われる。サルファ剤は一般に水に難溶なものであるから，空虚な消化管内に薬剤だけはいつても，吸収され難いのであろう。本実験において 12 時間目における胃内の様子を剖検したところ，各例ともカプセルは胃内に留つていて，そしてその一部が溶け或いは破れて，胃壁に薬剤が多量に附着している状態であつた。したがつて 12 時間目における血中移行は胃から吸収されたものと思われる。

ともかく，サルファ剤をウナギに経口投与した場合の薬剤の吸収或は排泄はマスにおける場合と余り変りがない。またサイアジン，サルファダイアジン，ロメジン等をウナギの筋肉内に注射（20mg/100g 魚体重）すると血中濃度は 24 時間で 20mg 前後となるが，この濃度では健康魚でも病魚でも認むべき薬害は観察されなかつた。したがつてウナギの細菌性疾病のような場合にサルファ剤を経口投与しても普通の用量，たとえば 10～20mg/100g 魚体重，とあまり長期でない限り中毒の恐れは考えられない。なおこの程度の用量が鰭赤病などの治療に適当なものと考えられる。

**摘　要**　ロメジンをウナギに魚体重 100g 当り 1 日量として 20mg を経口投与し（連続 5 日間）血中並びに組織内における同薬剤の濃度を調べたところ，投薬開始後 1～5 日目迄の平均濃度は，血液（100cc 中）8.4mg，肝臓 8.2，腎臓 5.8，筋肉 2.8，また投薬中止後 3 日目では血液 1.1mg，肝臓 0.7，腎臓

0.9, 筋肉 0.6mg% であつた (Table 1, Fig. 1 参照)。

本実験のほか，参考のため，サイアジン，サルファダイアジン，ロメジン等を注射またはカプセルを用いて投与した場合の血中濃度の測定を試みた。その結果は Table 2 に示す通りである。

本研究に当り供試魚の飼育を担当して多大の援助を与えられた東京水産大学，久保田伸三氏に，また実験上協力された佐野徳夫氏並びに同大学，学生諸氏に深謝する。なお研究に要した費用の一部は文部省科学試験研究費による，その援助に対しここに深謝の意を表する次第である。

## 参 考 文 献

1) HOSHINA, T.; ニジマスにサイアジンを経口投与した時の組織内濃度について．本誌，Vol. 24, pp. 100～102, 1958.
2) SNIESZKO, S. F. and S. B. FRIDDLE: Tissue levels of various sulfonamides in trout. Trans. Am. Fish. Soc., Vol. 80, pp. 240～250, 1951.
3) ————————————: Further studies on factors determining tissue levels of sulfamerazine in trout. Ibid., Vol. 81, pp. 101～110, 1952.

# 旋網漁業における揚り網について

本 多 勝 司
(東京水産大学)

## On the Net Disused after Purse Seine Fishings

Katuji Honda

The samples of net disused after their usage in purse seine fishings were obtained from various fishing ports and examined of their properties in order to formulate the knowledges about the safty limit of their utility taking into account of the peculiarities in the disposition of the net as well as the circumstances in which the net is used. (Table 1)

The mesh sizes of the nets being already out of use are shown in Table 2.

The knot strength was adopted on this occasion as the measure of netting strength. To determine the knot strength each two of the four arms around a knot were gathered and streached by a tensile tester.

Now, if minimum strength allowable for netting of purse seine is denoted by $T_u$, we get the following equation:

$$T_u = \kappa D B^2$$

where the various letters have the following meanings respectively: $\kappa$, constant number; $D$, diameter of netting thread; $B$, the greatest depth of net.

本論文においては，各漁業基地より蒐集した調査資料及び抽出揚り網地について網目の大きさ，結節にかかる抗張力の測定値にもとずいて旋網漁具の網の使用限界を知ろうとした。

旋網の網地の出所及び測定の結果は Table 1 に示す。網地の強さの目安として定置網で取扱つたと同様な方法[1]で結節強度を測定した。この際は縦横の方向に引張り低い方の値をとり表記した。

先ず揚り網について測定された網目の大きさ（$l$）とその使用前のそれ（$l_0$）* との比は Table 2 に見られるごとくで，一般にビニロン網が一番縮むようで，次いで綿網で，ナイロン網では縮んだものと却つて伸びているものとがあつた。

旋網を巻締めるとき網に当る水の速度が $v$ のとき網全体が流れから受ける抵抗 $R$ は

$$R = \kappa \frac{D}{L} \lambda B f_{(\theta)} v^2 \cdots\cdots (1)$$

とおける。ここに $\kappa$ は常数。$D$ は網糸の太さ。$L$ は網目1目の長さ。$\lambda$ は浮子綱の長さ。$B$ は旋網の最大巾の深さ。$\theta$ は網地の流れの方向となす角。

従つて旋網の浮子綱の単位長さ当りの網にかかる力 $R_1$ は

$$R_1 = \kappa_1 \frac{D}{L} B f_{(\theta)} v^2 \cdots\cdots (2)$$

となる。$\kappa_1$ は常数。

ここで網糸2本即ち結節にかかる張力を $T$ とすると，$T$ は浮子綱の単位長さの目数に逆比例する。従つて $T$ は網目の大きさに比例するから

1958 年 12 月 9 日受理

* 資料蒐集の際聴取した値

**Table 1.** 網地の資料についての測定結果

( ) 内は変異係数

| 漁業基地 Fishing port | 漁船名 Fishing boat | 漁具の大きさ 最大巾(深) $B$ m Net depth | 網糸の太さ $D$ m Diameter of thread | 目合 m Mesh size | 目合の使用前後の比 $l/l_0$ (cf. Tab. 2) | 結節強度(湿) $T_u$ kg Knot strength (Wet) | 使用前後の結節強力比 $T/T_0$ Ratio between knot strength before and after the use | $T_u/D$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 島根県五十猛町 | A | 85.5 | .00069 | .013 | .79 | 2.9(18) | .95 | 4.2 ×10⁴ |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00083 | .015 | .84 | 5.8(9.5) | .73 | 7.0 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00084 | .015 | .82 | 8.2 | .98 | 9.9 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00087 | .019 | .81 | 3.8(29) | .45 | 4.4 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0010 | .030 | .82 | 7.7(13) | .67 | 7.7 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0001 | .040 | .79 | 5.2(13) | .36 | 4.7 |
| 鳥取県 境 | B | 104 | .00097 | .053 | .80 | 5.8(12) | .51 | 6.0 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0016 | .038 | .67 | 12.0(18) | .52 | 7.5 |
| 〃 | C | 75.8 | .0022 | .067 | .80 | 22.6(8.1) | .98 | 10.5 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0016 | .039 | .83 | 4.9(22) | .24 | 3.1 |
| 〃 | D | 123 | .00096 | .032 | .87 | 8.5(5.8) | .53 | 8.8 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00096 | .030 | .81 | 10.4(7.6) | .65 | 10.8 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00097 | .031? | | 14.1(9.5) | .70 | 14.5 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0014 | .030 | .81 | 13.2(6.1) | .50 | 9.4 |
| 千葉県銚子 | E | 86 | .00059 | .014 | .90 | 2.9(4.7) | .81 | 4.9 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00065 | .015 | .11 | 2.4(13) | .64 | 3.5 |
| 〃 | F | 〃 | .00054 | .013 | .93 | 3.6(9.0) | .71 | 6.7 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00054 | .013 | .87 | 4.8(12) | .76 | 8.9 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00053 | .013 | .87 | 2.2(11) | .43 | 4.2 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00053 | .013 | .93 | 1.5(5.5) | .24 | 2.8 |
| 茨城県波崎 | G | 91 | .00056 | .013 | .93 | 5.2(10) | 1.0 | 9.3 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00053 | .013 | .93 | 4.1(4.2) | .80 | 7.7 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00053 | .013 | .93 | 4.0(3.7) | .78 | 7.5 |
| 千葉県船形 | H | 90 | .00050 | .013 | .87 | 5.9(11) | 1.0 | 11.8 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00047 | .013 | .89 | 2.0(13) | .43 | 4.3 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00052 | .011 | .75 | 2.6(11) | .55 | 5.0 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00049 | .012 | .75 | 3.3(15) | .57 | 6.7 |
| 〃 | I | 〃 | .00059 | .025 | .83 | 5.0(17) | .33 | 8.5 |
| 鳥取県 境 | J | 130 | .00086 | .054 | .97 | 5.8(13) | .65 | 6.7 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00099 | .052 | .79 | 5.1(13) | .45 | 5.2 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0011 | .065 | .79 | 6.6(85) | .45 | 6.0 |
| 〃 | K | 76 | .00087 | .031 | .88 | 5.0(95) | .59 | 5.8 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00097 | .029 | .88 | 5.9(8.4) | .70 | 6.1 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0011 | .029 | .97 | 8.2(14) | .72 | 7.5 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0011 | .030 | .81 | 7.5(12) | .66 | 7.5 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .00099 | .050 | .91 | 8.9(15) | .75 | 9.0 |
| 宮城県石巻 | L | 150 | .0018 | .095 | 1.1 | 61.0 | .87 | 33.9 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0030 | .070 | .69 | 51.3 | .64 | 17.1 |
| 〃 | 〃 | 〃 | .0032 | .085 | .80 | 63.2 | .94 | 19.7 |
| 長崎県樺島 | M | 158 | .0013 | .044 | .87 | 10.3(8.5) | .49 | 8.1 |

**Table 2.** 網目の使用前後の比
Ratio between the mesh sizes observed before and after the use.

| 網の種類 Kind of net | 網目の比 $l/l_0$ Mesh size ratio |
|---|---|
| 綿 網 Cotton net | .79～.97 |
| ナイロン網 Nylon net | .87～1.1 |
| クレモナ網 Cremona net | .75～.89 |

$$T = \kappa_2 L R_1 = \kappa_1 \kappa_2 D B f_{(\theta)} v^2$$

$$T = \kappa_3 D B f_{(\theta)} v^2 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

となる。$\kappa_2$, $\kappa_3$ は常数。

旋網の一部として許される網の抗張力の最低値は，それぞれの漁具の規模，目的とする魚族及び漁場の特性を考慮して，長年の経験で定められていよう。

著者が調査した資料では，従来の天然繊維のもの及び抗張力の低下の緩やかな合成繊維網も多く含まれており，

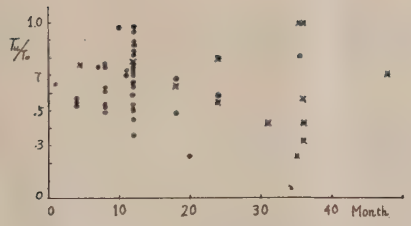



**Fig. 1.** $T_u/T_0$ と延使用月数との関係
Relation between $T_u/T_0$ and number of months applied.
●····Synthetic fiber

りものの判定の仕方等を考慮して，Fig. 1 に揚りものの抗張力 $T_u$ の初めの抗張力 $T_0$ に対する比と延使用月数との関係から許される比率の最低値は 40% ぐらいと推定される。

そこで旋網の最大巾（深さ）$B$ に対して，結節強度と網糸の直径の比 $T_u/D$ を，揚りの抗張力の初抗張力に対する比について組分けして Fig. 2 に示すと $T_u/T_0$ の値が 50% 以下だと次の式を略々満足することが知れる。

$$T_u = \kappa_5 D B^2 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

従つてここで取扱つた旋網については $Bf_{(\theta)} \propto v^2$ といつた条件が近似的には満されていることがわかる。

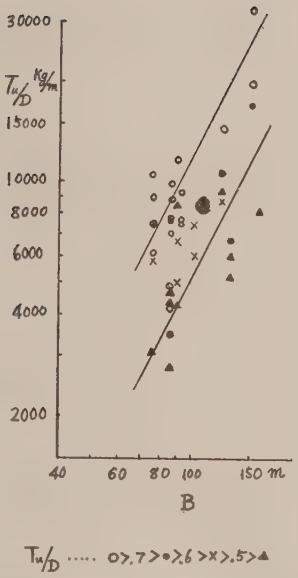



**Fig. 2.** $T_u/D$ と $B$ との関係
Relation between $T_u/D$ and $B$.

終りに論文の御校閲並びに御指導を賜つた本学名誉教授田内森三郎博士及び実験を手伝つて下さつた高田正治，松本洋士，加藤寛治の三君にそれぞれ深謝する。

## 参 考 文 献

1) 本多勝司： 本誌，**24** (4), (1958).

# 対馬に来遊するブリ群について

三 谷 文 夫
(京都大学農学部水産学教室)

## On Shoals of the Yellowtail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., Migrating to the Tsushima Islands.

Fumio MITANI*)

In the present paper the writer has discussed the problem as to whether or not the yellowtails found distributed along the eastern coast of the Korean Peninsula join in the western region off Kyushu with those which migrate along the Japan Sea side of Honshu, based mainly upon the daily records of the yellowtails caught in trap-nets set off the San-in District, the Tsushima Islands and the Goto Islands during the fishing season for the three years from October, 1955 to May, 1958 (Fig. 3).

Larger-sized yellowtails (> class 7) are much caught around the Tsushima Islands early in the season, but it is not so with the other regions in the same season (Figs. 1 and 2). The Islands lie nearer to the Korean Peninsula than to Honshu or Kyushu, and the Tsushima Current, a branch of the Kuroshio Current, flows northeast through the Tsushima Straits, as shown in Fig. 3. Most of the nets for the yellowtails are set in the Islands along their western coast facing to the Peninsula.

It is perhaps too hard for those yellowtails which have been distributed along the Japan Sea side of Honshu to migrate to the Islands across the Tsushima Current, because the fish usually live in the coastal water and migrate in the contact zone of the coastal water with the oceanic current.

Taking these facts into consideration, we can presume that those yellowtails which come in shoals near to the Tsushima Islands belong to the population found off the eastern coast of the Korean Peninsula. When the Tsushima Current is powerful, as is the case in recent years, it is presumably difficult for those yellowtails which come near to the Tsushima Islands to cross the Tsushima Current and immigrate in the western region off Kyushu to the population along the Japan Sea side of Honshu, and so these two different populations are likely to be separated from each other through the intervention of the Tsushima Current. If the Current were to become weaker in power and the oceanic current were to get mixed with the coastal waters of the Continent of China and the Hwang-Ho River in future, those two different populations of the yellowtails might join to some extent in the western or southeastern region off Kyushu.

## 緒 言

対馬列島周辺海域は古くからブリ漁業が栄え[1]，現在もなお盛んである。そして，その地理的位置から見ると，対馬は本州あるいは九州沿岸からは遠く離れていて，むしろ，朝鮮半島に近い。したがって，この列島は秋から冬にかけて朝鮮東岸沿海に分布するブリの南下群を受ける可能性がある[2]。筆者は最近大洋漁業株式会社下関支社定置漁業部の好意で，同社の経営によるブリ定置網漁場の漁獲数が年間にわたる水揚帳およびその他の資料を見る機会を得たので，この資料によつて上記の問題を検討すべく，対馬ならびにその周

1958 年 12 月 22 日受理

* Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan.

辺海域におけるブリの漁獲状況を調べてみた。その結果，対馬漁場はその周辺海域の漁場とは本質的に異なつた特異な漁況を示すことが認められたので，この事実と前記の問題との関連について若干の考察を行なつた。

取扱つた漁場は対馬列島西岸の佐須奈・唐崎・女連（うなづら）・津柳（つやなぎ）・久根浜（くねはま）および豆酘（つつ）の6漁場と，同東岸の赤島および深浦の2漁場であるが，比較・対照のために，対馬漁場より北方にある津摩（つま）1号（島根県）と川尻（山口県）の2漁場を，さらに，南方にある五島列島西岸の斑浦（まだらうら）・飯之瀬戸（いいのせと）・早房（はやぶさ）・細石流（ざざれ）・立小島（たてこじま）・三井楽（みいらく）2号および高崎の7漁場と，東岸の岩瀬浦の，合計 18 漁場についても，それぞれ，調査した。これら各漁場の位置は Fig. 3 に示してある。

稿を進めるに当り，漁場の水揚帳その他貴重な資料の提供を快諾された大洋漁業株式会社下関支社定置漁業部調査課長石津峻氏ならびに資料の整理に種々ご尽力をいただいた同課の吉川明夫・宇賀神勇の両氏に対し，それぞれ，心から厚く御礼申し上げる。また常々，ブリの回遊について重要な示唆を与えられ，かつ，論文を校閲していただいた当教室松原喜代松教授に対しても深甚の謝意を表する。

## 漁場別月別体重組成

対馬列島周辺におけるブリ定置網漁業は毎年秋の 10 月頃に始まり，翌年5・6月頃に終わる。それより北方にある津摩1号および川尻においてもほぼ同様であり，また，それより南方にある五島列島方面においても網入れの時期については前者らと大差はない。しかし，五島漁場では実際にまとまつてブリ群が入網し始めるのは，後述するように，通常1月あるいは2月になつてからである。

さて，これらの各海域に来遊するブリ群の漁況の推移を見るために，1955 年 10 月から翌年5月までの8カ月間にわたり，各漁場について月別に魚体重のひん（頻）度分布を求めたものが Fig. 1 である（ただし，女連はこの年度にはまだ敷設されていない。また，赤島と深浦とは，漁獲高がそのほかの漁場のそれと比較すると非常に少ないので，いずれも，この図から省いた）。Fig. 1 においては，漁場はほぼ北方にあるものから順に並べ，また，縦軸は漁獲尾数を，横軸は魚体重を表わし，魚体の小さい方から順次，1，2，3，‥‥，9，の9階級に分けた*。これらの階級のうち，一般の習慣に従つて，2と3をワラサ，4を小ブリ，5を中ブリ，6を大ブリ，そして，7以上を特大ブリと呼ぶことにする。特大ブリは Fig. 1 および2において黒く塗つた部分である。

いま，Fig. 1 を見ると，山陰漁場の津摩1号や川尻では 10 月から 12 月頃までは中・小ブリがわずかに入網する程度で大ブリ以上の漁獲がほとんどない。そして，1・2月頃になるとそれらのややまとまつた群が入網し始めるが，漁獲の極大は，いずれも，5月の小ブリあるいはワラサにある。また，斑浦以南の五島海域でも，10 月から 12 月まではブリの漁獲は皆無に近く，1月になつてようやく中ブリが獲れ始める。2月になると，五島列島の北部にある漁場では大ブリ級が獲れ始め，斑浦では体重 9.8 kg のものが 410 尾，飯之瀬戸では8尾，また，早房では 679 尾が漁獲されている。そして，漁期が進むにつれて魚体は次第に小さくなり，3・4月の盛期には，通常，中・小ブリが漁獲の主な対象になつている。南部漁場では北部漁場よりもややずれて，5月に入つても魚群の入網は期待される。一方，対馬漁場では，北端にある佐須奈で 10 月にすでに体重 9.8 kg の大ブリ級が 286 尾漁獲されている。そして，11 月に入ると，対馬西岸の各定置網漁場には体重 11.8 kg 以上の，いわゆる特大ブリ群が入網し始めている。すなわち，佐須奈では 15.0 kg のものが 11 月 23 日～24 日に 336 尾，津柳では 11 月 20 日に 66 尾，11 月 23 日に 2900 尾

---

* 魚体重は元の水揚帳ではそれまでの習慣に従つて尺貫法で記入されている。それをメートル法に換算したため，各階級の範囲は繁雑に見えるが，再び元の貫単位で表わすと，それぞれ，次のようになる。

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 階級 1 | 0.5 貫以下 | | 階級 4 | 1.6—2.0 貫 | 小ブリ | 階級 7 | 3.1—3.5 貫 | 特大ブリ |
| 〃 2 | 0.6—1.0 貫 | ワラサ | 〃 5 | 2.1—2.5 貫 | 中ブリ | 〃 8 | 3.6—4.0 貫 | |
| 〃 3 | 1.1—1.5 貫 | | 〃 6 | 2.6—3.0 貫 | 大ブリ | 〃 9 | 4.1—4.5 貫 | |

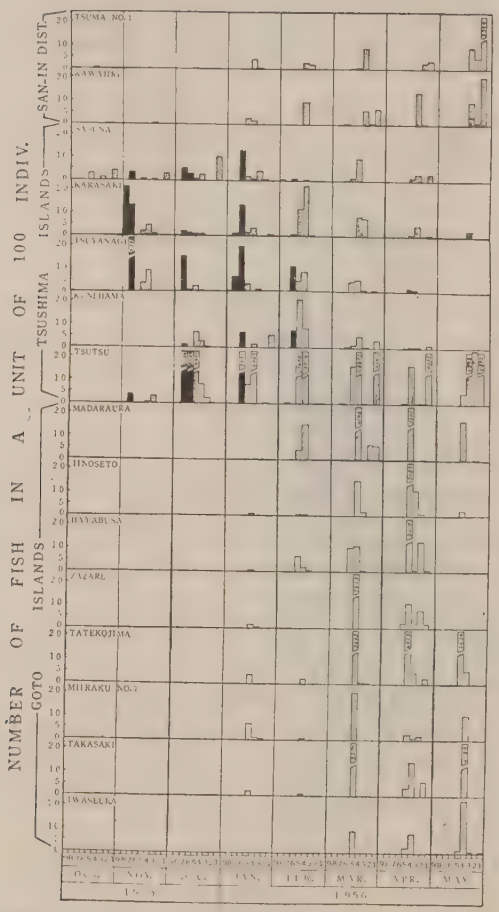



**Fig. 1.** Size composition of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., caught in trap-nets set in the fishing grounds along the San-in District, the Tsushima and the Goto Islands during the season from October, 1955 to May, 1956. Abscissa represents the body weight, which is divided into nine classes with 1.87 kg interval as follows: class 1, <2.06 kg; 2, 2.07–3.94; 3, 3.95–5.81; 4, 5.82–7.69; 5, 7.70–9.54; 6, 9.55–11.44; 7, 11.45–13.31; 8, 13.32–15.19 and 9, >15.20.

Ordinate represents number of fishes in a unit of 100 individuals, and numerals set within vertical bars indicate number of fishes.

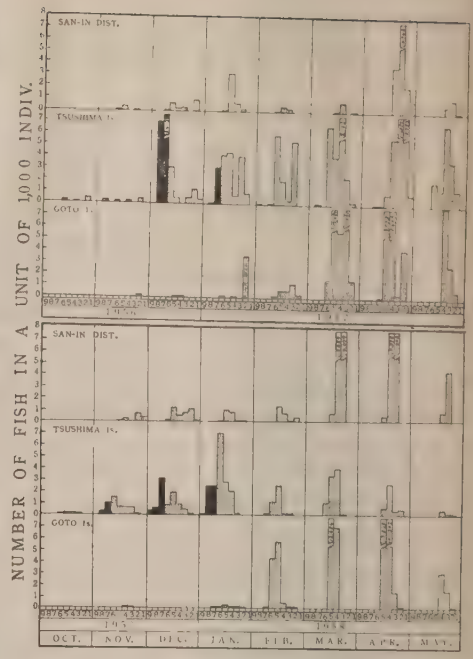



**Fig. 2.** Size composition of the yellowtail caught in trap-nets set in the San-in District, the Tsushima and the Goto Islands during the two seasons from October, 1956 to May, 1958. The catches of the fish are not shown by each net, but totalized by each region. Abscissa and ordinate are the same as those in Fig. 1, respectively.

入網し，また，14.9 kg のものが 11 月 28 日に 432 尾入網している。さらに，唐崎では 16.9 kg の巨大なブリが 11 月 21 日に 2010 尾，15.0 kg のものが 11 月 23 日～24 日に 748 尾，14.3 kg のものが 11 月 25 日に 394 尾，11 月 28 日に 146 尾，それぞれ，漁獲されている。豆酘でも 14.3 kg のものが 11 月 28 日に 360 尾入網している。このような，体重 11.6 kg 以上の特大ブリ群の入網は 12 月・1 月と続き，2 月になつても漁場によつては，なお，かなりの漁獲をあげている。しかし，通常，2 月になると魚体の組成はかなり著しく入れ代り，中・小ブリが漁獲の主群となつてくる。対馬列島の南端にある豆酘漁場は 1955 年から始められたものであるが，漁獲量が多いことと，漁期が長く続くことで，同じ対馬にある他の漁場ともすべて趣を異にした漁況を示しており，興味深い漁場である。

そこで，他の年度の漁期においても，このような漁況を示すかどうかを見るために，1956 年 10 月～'57 年 5 月，および 1957 年 10 月—'58 年 5 月の 2 漁期について，月別体重組成を，山陰・対馬および島各沿海の 3 海域毎に一括して，Fig. 1 と同じ方法で示したものが Fig. 2 である。

Fig. 2 を見ると，各海域における漁況の推移や体重組成は Fig. 1 で示されたものとほとんど同様である。それゆえ，Fig. 1 で示された各漁場の漁況の経過や特質は例年的な傾向であると認めて差支えないであろう。

## 論　　議

九州西海域ならびに対馬列島周辺における海水の流動状況や水塊の性質は，対馬暖流開発調査報告書（第1輯　漁況・海況編）[3]によれば，大体，次のように考えられる。奄美大島西方で黒潮本流と分かれた1分派は，西方から大陸沿岸水の影響を受けて幾分変質しながら，北東進して対馬列島へ向かい，対馬暖流の主流を形成する。途中，男女群島の南方海域でさらに1分派を生じ（九州西海暖流），五島灘の南西方から天草沿岸を洗い，九州西岸の沿岸水帯と潮境を作る。そして，右旋渦流を生じて甑列島から大隅海峡に向かう。一方，対馬暖流はまた，大陸沿岸水帯の周縁に沿つて北西方に向かう黄海暖流なる1分派を生じる。このようにして北上して来た対馬暖流主流は対馬列島の南方で2つに分かれ，1つは対馬海峡（東水道）を，他の1つは朝鮮海峡（西水道）を，それぞれ，流過して日本海に入る。対馬暖流は対馬海峡の中央よりも対馬列島よりを通過して山陰沖を日本本土沿いに北上するが（対馬暖流第1分枝），朝鮮半島の東側沿いに北上する1分派もある。そして，これらの外洋水が流過する際，九州沿岸や対馬東岸では 50～100 m 等深線に沿つて，そこに沿岸水との潮境を作ることが観察されている。一方，流量としては，朝鮮海峡を流過する分派の方が，対馬海峡を流過する分派よりも大きいらしく，朝鮮東岸沿いに分枝した後は（対馬暖流第3分枝），第1分枝の北側を北東に流れて（対馬暖流第2分枝），日本海北部海域では対馬暖流の主流となる。もちろん，これらの海況は季節によつてかなりの消長が認められる。以上の海況を模式的に図示したものが Fig. 3 である。そこで，このような海洋条件を背景として，前節で述べた漁況との関連について考察を加える。

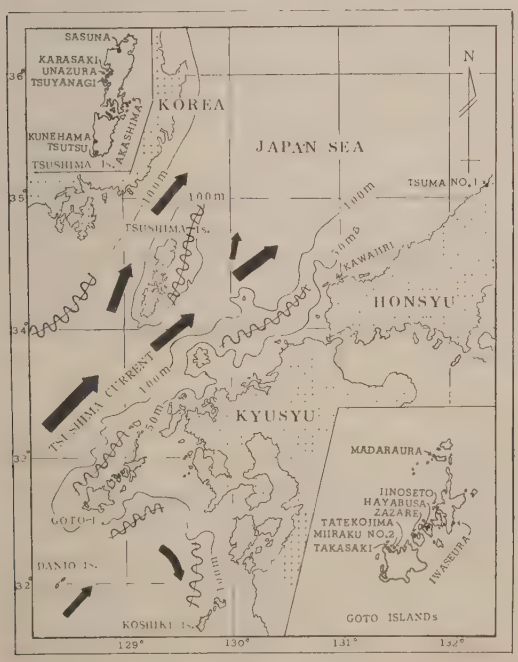



**Fig. 3.** Showing the location of each net and the oceanographical conditions around the Tsushima Islands and the adjacent regions. Oceanographical data, from "Report on the Tsushima Current Expedition, Part 1." ▨, contact zone.

対馬列島は地理的緯度からすれば山陰地方と五島列島との中間にあるから，対馬のブリ定置網が，もし，日本海本土側を南下する寒ブリ群を受けるものとすれば，北方にある山陰漁場よりは少しおくれて，相似た漁況を呈するはずである。ところが，Fig. 1 および Fig. 2 で明らかなように，対馬漁場では 11 月頃から，すでに，魚体のきわめて大きい特大ブリ群が盛んに漁獲され始める。この漁況は，より南方にある五島漁場ではもちろんのこと，北方にある山陰漁場でも，これに対比さるべき事実が全く認められない。また，11月～1・2月頃にわたつて対馬周辺に大量に来遊した特大ブリ群（体量 11.6～16.0 kg）が，もし，そのまま真直ぐに南下するものとすれば，当然，五島漁場でそれよりも少しおくれて，この群がある程度まとまつて漁獲されるはずであるのに，そういう事実もまたほとんどない。ブリは大体において沿岸水域に住む魚類であるけれども，かなり沖合，すな

わち，沿岸水と外洋水との接触するあたり，いわゆる潮境のあたりを好んで回遊しているものと思われる。したがつて，山陰沿海を南西下して来た寒ブリは 50～100 m 等深線に沿い，壱岐海峡を通り，九州沿岸に沿つて，3・4月頃主として五島列島の西岸に達するものではないかと思われる。そして，さらに南下して，産卵のために男女群島方面へ向かう1群[4]と，潮境に沿つて甑列島方面へ向かうものとがあるようである。このように考えてくると，日本海本土沿海を南下して来たブリ群が，対馬海峡あたりで対馬暖流を横切つて対馬へ渡る可能性は比較的少ないのではないかと思われる。その推察を裏づける1つの根拠として，もし，山陰沿海から対馬に渡つたならば，対馬東岸の 50～100 m 等深線に沿う潮境に，当然，多くのブリ群が来遊してもよいように思われるのに，対馬東岸にあるブリ定置網漁場は西岸にあるそれに較べると非常に少ない。また，入網する魚群の魚体の大きさも，赤島と深浦との2漁場の記録を見ると，西岸のそれとほぼ相等しい大ブリないし特大ブリが漁獲されていて，同じ時期における山陰漁場のそれとは魚体組成においても異なつていることである。以上のような理由から，対馬周辺に来遊する特大ブリ群は，日本海本土側を南下して来たブリ群とは別個の魚群に属するものであろう。おそらく，それは対馬の地理的位置や周辺の海洋条件から推察して，朝鮮東岸に分布するブリの南下群を受けていると考えるのが妥当であろう。そして，朝鮮東岸系のブリの南下群が日本海本土系のそれよりも早く，すでに 11 月頃に日本海の入口にまで達する理由は，朝鮮東岸を回遊するブリの北限が，日本海本土側におけるそれよりもはるかに南にあることと，さらに，北鮮寒流が日本海中央部ないし本土沿岸寄りに南下する沿海州寒流よりも強勢なために，北方からの圧迫がはげしいこととによるのであろう。

さて，このように，対馬列島に大量に来遊する特大ブリ群が，その周辺海域の他のいずれの漁場でも再びまとまつて漁獲されないことは前にも述べたとおりである。そこで，対馬に来遊したこれらの魚群がその後いずれの方面へ回遊してゆくかは非常に興味ある問題であるが，現在，朝鮮におけるブリの資料が全く入手できないので，確かなことはわからない。しかし，対馬で獲れた特大ブリの生殖腺がまだ熟しておらず，したがつて産卵にはほど遠いものであつた事実[2]から見ると，これらの魚群は産卵のために，さらに南下するものと思われる。ブリは産卵に際しては，沿岸を離れてかなり外洋水に近づくけれども，おそらく，それは外洋水域の縁辺までであつて，純粋な外洋水帯の中へはあまり入らないであろう。そうすると，対馬列島周辺における海況や東海・黄海における各種の水系の分布状態から考えて，朝鮮の南岸から黄河沿岸水や大陸沿岸水との潮境に沿つて台湾近海[5]にまで回遊し，産卵するものと推察される。このことは，チェチュ(済州)島附近や台湾北方海域での底引網（約 100 m 深）に，産卵後と思われるやせたブリが，ある程度まとまつて漁獲されることがあるといわれている*ことからでも支持されよう。

なお，朝鮮東岸系種族に属するブリが日本本土系種族のそれよりも魚体が大きいということは非常に興味深いことであるが，その原因については今後の調査研究にまちたいと思う。

## 文　　献


1) 山口和雄: “日本漁業史”，1版，194—223，生活社，東京 (1947).
2) 道津喜衛ほか: ていち，(15)，19—32 (1957).
3) 水産庁: 対馬暖流開発調査報告書（第1輯　漁況・海況篇），xiii + 539 (1958).
4) 三谷文夫: 本誌 24 (9)，712—713 (1959).
5) 台北州: 台北州水産試業所第1回報告，64—67 (1924).


* このことについては，いま，手許に確実な資料はないが，それらの海域で底引漁業に従事する数名の漁夫から，各々独立に聞いたものである。しかし，これらの人々の言が，いずれも，ほぼ一致することからみて，大体，事実であろうと思われる。

# カラフトマスの胃中から得たホッケの稚魚について

小川良徳・名角辰郎
（日本海区水産研究所）（兵庫県水産試験場）

# On the Young Atka Fish Obtained from the Stomach of Pink Salmon

Yoshinori Ogawa and Tatsuro Nazumi

The authors obtained young Atka fishes, *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz from the stomach contents of Pink salmon, *Oncorhyncus gorbuscha* (Walbaum) which were caught by salmon gill-nets in the offshore of the Sado Island during the 3–5, May, 1958 (Fig. 1).

These specimens were measured from 93 to 124 mm. in total length (Table 1 and Fig. 2) and the largest one (124 mm.) may be a new recored in size which have been found in the Japan Sea of the north Main Island.

アイナメ科 *Hexagrammidae* の幼稚魚に関する既往の研究を見ると，アイナメ *Hexagrammus otakii* Jordan et Starks では大島・中村[9]，山本・西岡[14]，中村[8]の報告がある。ホッケ *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz では平野・近藤[3]，浦原[5]，阿部[1]等の研究を先駆として，最近では浦原[6]，遊佐[13]，辻崎・石垣[11]，石垣・中道[4]，辻崎・浦原[12]等のホッケに関する一連の研究が発表され，幼稚魚の生態・分布についても詳細に論じられている。また日本海本州沿海（対馬暖流域）のものについては下村・深滝[10]の報告がある。キタノホッケ *Pleurogrammus monoptergius* (Pallars) では小林[7]の報告を見るのみである。

著者等は 1958 年 5 月初旬に兵庫県水産試験場指導船兵庫丸がマス流網漁業試験の折に漁獲したカラフトマス *Oncorhyncus gorbuscha* (Walbaum) の胃中から採集した魚類標本を観察した。その結果，それをホッケの稚魚と同定したのでその大要を報告する。

## 標本採集位置

標本は 1958 年 5 月 3～5 日に Fig. 1 に示す新潟県佐渡北方沖合水域（瓢箪瀬附近）の漁場におけるマス流網（目合 9.1～9.6 cm，網丈 3 m）で，19 時から 24 時までの間に漁獲されたカラフトマス（全長 39 cm 内外の魚体）の胃中から採集したものである。標本数は 5 尾である。

## 観察結果

5 尾の標本のうち 3 尾にはマスの咬傷と認められる損傷が魚体中央部に観察された以外は完全に近い

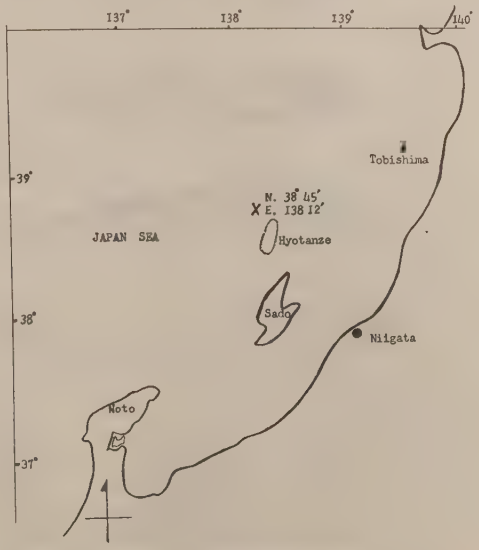



**Fig. 1.** Showing the fishing gland wherefrom Atka fishes were obtaind.

1958 年 12 月 22 日受理

**Table 1.** Measurement of young Atka fish.

| Sample No. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Total length | mm. | 93.0 | 95.0 | 118.0 | 124.0 | — |
| Body length | mm. | 83.0 | 84.0 | 104.8 | 110.0 | — |
| Head length | mm. | 19.5 | 19.5 | 24.0 | 26.0 | — |
| Body length | mm. | 14.5 | 14.5 | — | 19.0 | — |
| Diameter of eye | mm. | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | — |
| Snout length | mm. | 7.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | — |
| Interorbital space | mm. | 7.0 | 7.5 | 8.5 | 9.2 | — |
| Hypural | mm. | 6.5 | 7.0 | — | 8.0 | 9.0 |
| Distance from Snout to Anus | mm. | 41.5 | 42.5 | — | 55.0 | — |
| Number of D.f. | | XX+28 | XXII+27 | — | XX+28 | XXII+27 |
| 〃 A.f. | | 27 | 1+27 | — | II+25 | — |
| 〃 P.f. | | 24 | 24 | 24 | 24 | — |
| 〃 V.f. | | 1+5 | 1+5 | 1+5 | 1+5 | — |

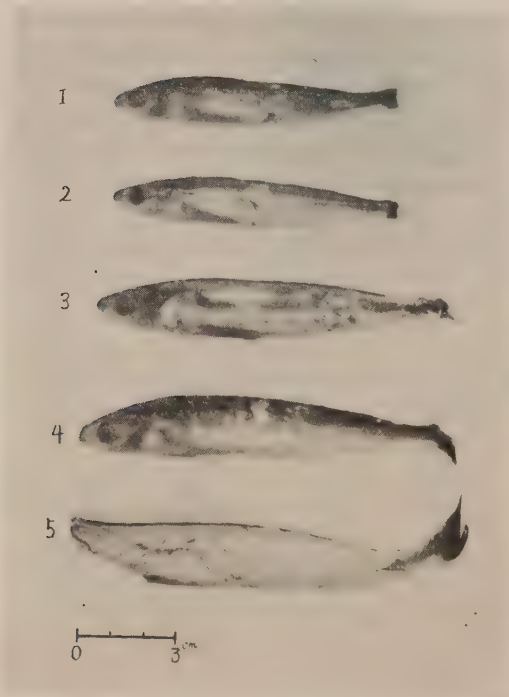



**Fig. 2.** The young Atka fishes from stomac contents of Pink salmon which caught in the offshore of the Sado Island.

ものである。他の2尾は頭部あるいは体表皮が欠損していた。魚体各部の測定値を示すとTable 1 の通りである。

魚体の比較的完全に近い標本 No. 1 と No. 4 について形態的要点を記すと下記の通りである。

標本 No. 1 (Fig. 2 の 1) 吻端はやや突り，下顎は上顎より僅かに短かい。眼窩の上縁に一対の微小な皮質突起が明らかに認められる。鱗は全体に認められる。第1側線は完全，第2側線は尾柄部まで，第3側線は全く認められず，第4側線は腹鰭の僅か前方より始まり僅か後方部で終っている。第5側線は完全である。各鰭条は完成し，よく発達している。背鰭に凹部は認められない。尾鰭後縁はやや深く2叉している。

体の背部は濃青緑色を呈し，体側中央附近からやや薄くなり，腹部は銀白色である。ホルマリン液漬標本でも頭部背面，体の背部及び尾柄部は特に青色が濃く，他の部分より退色が遅い。体側中央部から背部にかけて小黒褐色点が密布し，やや黒褐色を呈している。また淡い黒褐色点が横帯となつて体側上部から背鰭にかけてほぼ8条認められる。

標本 No. 4 (Fig. 2 の 4) 全長 124 mm に達すると側線はすべて成魚形に完成する。体の背部は青緑色を呈し，腹部は淡黄色である。体側中央部から上方には黒褐色の小点が密布し，不規則な網状紋が認められる。この網状紋が背鰭条にかけて約8条の横帯となつて分布しているのが明瞭に認められる。

Table 1 に示した計測値と上記の形態的特徴を阿部[1] 及び蒲原[5] の記載と比較検討してみるとよく符合するので，この標本は明らかにホッケ *P. azonus* の幼稚魚と同定できる。

## 考　　察

下村・深滝[10]の報告から日本海本州北部水域におけるホッケ稚魚の出現状態（1953 年から 1956 年まで）を見るに，2月 23 尾（全長範囲 10～15 mm），3月 509 尾（8～74 mm），4月 848 尾（9～100 mm），5月 48 尾（15～71 mm）（6月以降は皆無）が稚ネットによつて採集されている。しかし，全長 100 mm 以上の稚魚は採集されていないようであるが，これは 100 mm 以上の稚魚が棲息していないのでなく，採集具の関係によるものと考えられる。

辻崎・蒲原[12]は全長 123 mm 以上の幼魚は採集具の関係上広い範囲にわたつて採集困難であつて，北海道沖合では5～6月に稚魚の分布海域と同じ海域で認められ，若干の標本は刺網でとれるが，稚魚に比較すれば，その分布は沿岸寄り，かつ密集的であると述べている。石垣・中道[4]は奥尻島附近のマス流網漁場で抄網によつて 100～140 mm の幼稚魚を採集している。またこの流網で漁獲したカラフトマス・マクラマスの胃の中から 40～60 mm のホッケ稚魚を採集したという。

これらの理由から今回佐渡北方沖合水域におけるカラフトマスの胃の中から全長 90～120 mm 程度のホッケ稚魚が採集されたことは不思議でない。今回得られたホッケ稚魚の状態から見て，カラフトマスがこの水域に来游して，この水域のホッケ稚魚を捕食したものと判断される。

ホッケの幼稚魚は表層生活であり，石垣・中道によれば棲息水温は 8～13°C であるとされているが，今回のマス流網操業を行つた漁場の表層水温は 10～11.5°C であつた。

この佐渡北方沖合水域では5月初旬までサクラマス及びカラフトマスの漁獲が見られるが，中旬にはこの水域ではマスの魚獲がなくなり，マス漁場はさらに北方沖合へと移つている。そして5月中旬以降に北方沖合で漁獲されたマスの胃の中からはホッケの幼稚魚は全く発見されなかつた。このことは深滝[2]も論及しているように，沿岸で生まれたホッケ稚魚は沖合の極前線を越えてマスと同一海域に棲息しており，マスは好んでホッケ稚魚を捕食しているが，5月中旬以降日本海沖合の極前線は急速に北方へと移動し，マスは極前線と共に北に去り，ホッケ稚魚は幼魚となつて比較的沿岸寄りに移るので，ホッケ稚魚の出現終期とマスの終漁がほぼ一致していることを示している。したがつて日本海本州北部海域においては5月初旬がホッケ稚魚の沖合分布・棲息の終期と思われる。

## 要　　約

日本海佐渡北方沖合において 1958 年5月3～5日にマス流網で漁獲したカラフトマスの胃の中からホッケの幼稚魚を採集した。この事実から5月初旬に全長 90～120 mm 内外のホッケ幼稚魚が佐渡北方沖合に分布していることが明らかになつた。また全長 124 mm に達するホッケ幼魚は日本海本州北部水域でこれまで採集されたホッケ幼稚魚の公表記録のうち最大のものと思われる。

終りに本稿の御校閲を賜わつた日本海区水産研究所資源部長加藤源治技官に厚く御礼を申し上げる。

## 文　　献

1) T. Abe: 本誌，16(11)，495～501 (1951).
2) 深滝　弘: 日本海区試験研究連絡ニュース，(77)，1 (1957).
3) 平野義見・近藤平八: 北水試月報，5 (3)，1～3 (1948).
4) 石垣富夫・中道克夫: 同上，15 (1)，4～13 (1958).
5) 蒲原八郎: 同上，7 (11)，19～27 (1950).
6) 同　上: 同上，14 (6)，4～14 (1957).
7) 小林喜雄: 北大水産学部研究彙報，8 (4)，297～303 (1958)
8) 中村秀也: 養殖会誌，6 (718)，133～139 (1936).
9) 大島泰雄・中村中六: 水産学会報，9 (2/3/4)，81～89 (1936).
10) T. Simomura and H. Fukataki: 日本海区水研研究報告，(6)，233～267 (1957).
11) 辻崎久輝・石垣富夫: 北水試月報，14 (12)，3～11 (1957).
12) 辻崎久輝・蒲原八郎: 同上，15 (2)，3～18 (1958).
13) 遊佐多津雄: 同上，14 (10)，3～18 (1957).
14) 山本護太郎・西岡丑三: 生物，3 (5)，167～170 (1948).

# アユ卵の附着力について

石田力三・大島泰雄
(東京大学農学部)

## On the Adhesive Power of the Eggs of Ayu, *Plecoglossus altivelis T. & S.*

Rikizo Ishida and Yasuo Ohoshima

As is well known, the eggs of Ayu, after being spawned, attach to gravel of stream beds by their adhesive membranes, thus tolerating current action. But little work has been done concerning their adhesive power.

In the present study, the authors attempted to estimate the adhesive power of Ayu eggs by means of two different methods. The first method consisted of determining the critical level of current velocity above which eggs could no longer maintain their position, by exposing sample of eggs attached to the inner wall of small glass tubes to water flows of varying velocites. The second method consisted of picking up sample of eggs adhere to gravel by forceps one by one and measuring the weight of the gravel which could be just raised by being supported by the adhesive membrane.

These two methods gave similar results which were summarized as follows. The adhesive power of Ayu eggs ordinarily lay between 200 and 500 dynes, although they were varied according to spawners aud spawning conditions, but not the stage of development of eggs themselves, ranging from 180 to 1345 dynes.

According to the present authors' observations (unpublished), on the other hand, the current velocity in the bottom layer of the spawning bed of Ayu is generally below 40 cm. per second. The hydraulic pressure which would be given to the egg by this current velocity is estimated to be less than 500 dynes. Hence, the adhesive power may be said to be well adapted to the surrondings.

アユの卵は産み出されるとその動物極をおおう膜が反転し，その膜によつて河床の砂礫に附着する[1]。ここでは河川の流速または流水量に対してこのようなアユの卵が附着に堪え得る限度を知るために行つた実験の結果について報告する。本文に入るに先立ち，施設の利用を許され，多くの便宜を与えられた淡水区水産研究所長黒沼勝造氏，他の所員の方々，また，材料の採集に協力いただいた厚木観光漁業協同組合員諸氏に厚く御礼申し上げる。

## 実　験　I

**実験方法**　神奈川県厚木市地先の相模川で採取した親魚から人工採出した卵をガラス管（内径1，1.85 2 cm の3種，長さは 5 cm）の内壁に分散附着させ，湿導法で受精させてから実験室に持帰り，受精後1～2日の卵を使つて実験を行なつた（例1：　1953 年 11 月，例2：　1954 年 12 月，例3：　1955 年 11 月）。

実験には上記のガラス管の前後に同径の長いガラス管を付け，ゴム管で水道に連結し流水量を変えて水を通し，通水時間 10 分間に附着卵がガラス管の内壁から離脱する割合を調べた。

**実験結果**　離脱率（%）の記録を各実験例と各流水量段階とについて取まとめると Table 1 のようになる。

1958 年 12 月 26 日受理

**Table 1.** Relation between the current velocity of water flow passing through the tubes and the rate at which eggs were washed away from the inner wall of the tubes.

| No. of series | No. of experiment | Quantity of water running through tube (cc/sec) | Velocity of current[a] (cm/sec) | Number of eggs tested | Percentage of eggs washed away | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 50 | 24.2 | 63 | 0 | Sampling; Nov. 20, 1953. |
| | II | 96 | 46.5 | 49 | 0 | Experiment; Nov. 21, |
| | III | 153 | 74.1 | 82 | 1 | Diameter of tube 1 cm |
| | IV | 226 | 109.4 | 10 | 73 | |
| 2 | I | 200 | 12.4 | 35 | 0 | Sampling; Dec. 3, 1954. |
| | II | 400 | 24.7 | 37 | 0 | Experiment; Dec. 4. |
| | III | 600 | 37.1 | 53 | 0 | Diameter of tube 2 cm |
| | IV | 800 | 49.4 | 82 | 83 | |
| 3 | I | 350 | 28.1 | 45 | 2 | Sampling; Nov. 17, 1955. |
| | II | 600 | 48.1 | 134 | 34 | Experiment, Nov. 19. |
| | | | | | | Diameter of tube 1.85 cm |

a) Velocity was calculated by using PAISEULLE's formula.

(1) Table 1 が示すように，管内の流量が大きくなると卵の剝離率も高くなる。卵の附着したガラス管内に水を通すと流量が小さい時には（例1では 50 cc/sec）附着膜には変化が見られず，卵は流水中でゆるやかに振動しているが，流量がやや大きくなると（96～153 cc/sec）附着膜の卵に近い部分が伸長しはじめ，振動も激しくなつてくる。さらに流水量が大きくなると（153～226 cc/sec）附着膜は卵径の 2～5 倍に伸び，特にその卵に近い部分は糸状となり，遂にはこの部分が切れて流失し，あとには附着膜の台座のみが管壁に残る。

(2) ガラス管を通した流水量から卵がうける流速を知るには PAISEULLE の公式を使つた。管内の流れを定常流と仮定すると，$V=\pi\cdot p\cdot a^4/8l\cdot\eta\cdots(1)$，$v=p\cdot(a^2-r^2)/4l\cdot\eta\cdots(2)$。(1) と (2) より $v=2V\cdot(a^2-r^2)/\pi\cdot a^4\cdots(3)$。但し流量が $V$ cc/sec なる場合に管の中心から $r$ cm 離れている点の流速を $v$ cm/sec，管の半径を $a$ cm，管の長さを $l$ cm，管の両端の圧力差を $p$，水の粘性係数を $\eta$ とする。

アユ卵の直径は約 1 mm であり（球形），管壁から 0.5 mm 離れているところを通る水の流速を求め，卵が剝離するときの流速を Table 1 から予想すると，実験例によつてかなりの差異があるが，例1，2，3 で夫々 74～109 cm/sec, 49 cm/sec, 28～48 cm/sec となる（Table 1 によるとこうなるが，特に例2では 37.1 cm/sec で剝離していない）。

また，卵に働く動水圧 $f$ は次式から求められる。$f=6\pi\cdot\eta\cdot r_1\cdot v\cdots(4)$。但し $r_1$ は卵の半径で，≒0.5 mm。(4) 式から上記の限界流速時に卵がうける動水圧は例 1, 2, 3, で夫々，913～1345 dyne, 444～605 dyne, 333～580 dyne と考えられる。

(3) 採卵後2日以内では受精卵と未受精卵との附着力に差はほとんど認められないが，いわゆる死卵になると附着力は低下し，径 1 cm のガラス管を用いた例1では 100～150 cc/sec の流量で容易に離脱する。

## 実　験　II

実験Iでは管内の流水が乱流となることもあり，与えられた公式が適用できない場合も考えられる。そこでこの実験では直接附着力を測定することを考えた。

**実験方法**　淡水区水産研究所の池に飼育された親魚を使い，径 4～10 mm の大きさに篩いわけた小石で産卵床を造つて，これに親魚が産みつけた附着卵を用いた（Table 2 参照）。

附着力の測定には卵の附着した大きさの異なる小石を選び，附着している水分を沪紙で除いた後，ピンセ

**Table 2.** Eggs and gravel used in the 2nd experiment.

| No. of experiment | Date of spawning | Date of sampling | Date of experiment | Diameter of gravel in spawning beds (mm) | Area of spawning beds (cm×cm) | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | '57 Nov. 19～20 | Nov. 20 | Nov. 11, 28 Dec. 3 | 4～10 | 25×19 | Dec. 6～7 hatched |
| 2 | Nov. 24～25 | Nov. 25 | Nov. 25 Dec. 4, 10 | 4.8～10 | 30×20 | Dec. 12～14 hatched |
| 3 | Nov. 25～26 | Nov. 26 | Nov. 26 | 〃 | 25×19 | |
| 4 | Dec. 13～16 | Dec. 16 | Dec. 16 | 〃 | 80×4 | |
| 5 | Dec. 13～16 | Dec. 16 | Dec. 17 | 〃 | 〃 | |
| 6 | Dec. 25～27 | Dec. 27 | Dec. 27 | 〃 | 30×19 | |

ットで卵をはさみ小石ごと静かに持ち上げる方法をとつた。こうすると小石の重さによつて，石は卵に附着して持ち上がるか (a)，直ちに卵から離れるか (b)，(a) と (b) との中間，すなわち持ち上つてもしばらくすると附着膜が切れて落ちるか (c)，のいずれかの結果が得られるから，おのおのの場合について石の重量を測定した。

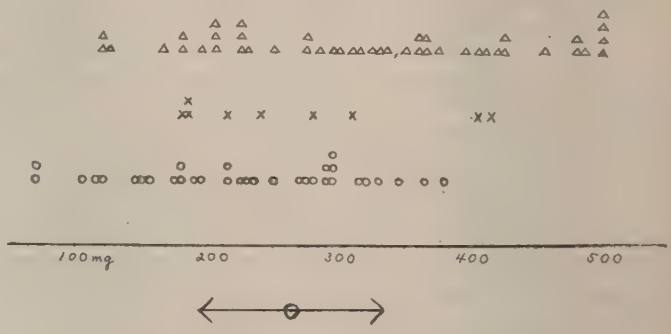



**Fig. 1.** Weight of gravels measured in the 2nd experiment (No. 2) and their relation to the adhesive power of Ayu eggs.
Note: △····Gravel which could not be held by the adhesive membrane.
○····Gravel which could be very easily held by the adhesive membrane.
×····Gravel which could be held only for a short time.
←⊖→··Mean value of (×) with standard error, which is considered to be equivalent to the adhesive power of Ayu eggs.

**結　果**　実験の1例 (No. 2) をとつて図示すると Fig. 1 のようになる。上記の (a)，(b)，(c) のうち，附着力の限界は (c) によつて表わし得ると考えられ，図によると(c)の場合の小石の重量の平均値は 270 mg のところにある。しかし卵によつて個体差があり，その範囲は最小 120 mg〔(b) について〕，最大 380 mg〔(a) について〕のところにあるように思われる。なお (c) の平均値の信頼区間は ±70 mg だから (c) の平均値及びその信頼区間を求めればほぼ目的を達し得ると考えられる。

このようにして各実験例について (c) の平均値とその信頼区間を求め，これを dyne 単位で示すと Table 3 のようになる。

**Table 3.** Adhesive power of Ayu eggs.

| No. of experiment | Number of eggs tested | Adhesive power (dyne) |
|---|---|---|
| 1 | 36 | 438±63 |
| 2 | 27 | 264±70 |
| 3 | 20 | 223±45 |
| 4 | 49 | 240±63 |
| 5 | 38 | 254±77 |
| 6 | 27 | 350±60 |

(1)　Table 3 に示すように6例中4例の附着力は 177～333 dyne であるが，他の2例では 375～501 dyne (例1)，290～410 dyne (例6) で，前4例との間には有意の差が認められる。同一の親魚から得た卵の附着力でも ±78 dyne の幅があるが，親魚または産卵の条件によつて附着力にかなりの差異があることがわかる。

**Table 4.** Relation between the adhesive power and the time elapsed after fertilization.

| No. of series | No. of experiment | Time after being fertilized (day) | Number of eggs tested | Adhesive power (dyne) | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 1 | 36 | 474±64 | Spawning; Nov. 19～20, '57. |
| | II | 8 | 21 | 445±96 | Experiment; Nov. 21, 28, Dec. 3, |
| | III | 13 | 50 | 442±37 | Dec. 6～7 hatched |
| 2 | I | 1 | 27 | 267±71 | Spawning; Nov. 24～25, '57. |
| | II | 10 | 22 | 283±110 | Experiment; Nov. 25, Dec. 4, 10. |
| | III | 15 | 20 | 307±89 | Dec. 12～14 hatched |

（2） 卵の発生経過にともなう附着力の変化については例1及び2について測定した結果，Table 4 のようになつた。この2例の結果から考えると附着期間中には卵の附着力はほとんど変らないということができよう。

## 考　　察

親魚または産卵条件の相違により，また卵の個体差によりかなりの変化があるが，2つの違つた方法で計測したアユの卵の附着力（実験Ⅰの例2，3と実験Ⅱ）はかなりよく一致し，普通ほぼ 200～500 dyne と思われる。実験Ⅰの例1の結果が過大に計測されたのは主として使用したガラス管の径が細すぎたことが原因であろう。

卵の附着力を 200～500 dyne として（4）式を使うと，附着膜は 16～40 cm/sec の流れが卵に加える動水圧に堪えうることになる。一方，著者が観測したところによると多くの産卵河床における底層の流速は，50～120 cm/sec になることもあるが，大体 40～80 cm/sec である（石田： 未発表）。しかし，この数値は河床から 5 cm 上の測定値で実際に卵がうける流速はもつと小さいと考えられる。

また，産卵場のアユの卵が最も多く認められる個所で，卵が単位表面積当りに最も多く附着している石の大きさは径 1 cm 以下である（石田： 未発表）。この大きさの小石は 40 cm/sec 以上の流速では静止できない[2]ことから考えても河床直上層の流速は 40 cm/sec を下まわるか，または卵は流水に直接にはさらされないように産みつけられるものと思われる。なおこの点について著者は親魚の産卵行動を観察して若干の知見を得ているが，これについては後日報告する。

## 摘　　要

アユ卵の附着膜の流速に対する抵抗力を知るために2つの方法によつて実験を行つた。第1の方法では卵を小ガラス管の内壁に分散附着させて受精させ，1～2日後にこのガラス管に流量をかえた水を通し，流速と卵の剝離率を調べた。また，第2の方法では卵の附着した小石を採集し，卵の附着膜のささえ得る石の重さから附着力を測定した。

以上により，次のことが明らかになつた。（1）．実験Ⅰでは，管内の流量が大きくなると卵の剝離率も高くなる。卵が剝離するときの流速は，例1，2，3で夫々 74～109 cm/sec，36～49 cm/sec，27～47 cm/sec で，この際卵に働く動水圧は夫々 913～1345 dyne，444～605 dyne，333～580 dyne と考えられる。（2）．卵の附着力は附着期間中ほとんど変化しないが，死卵になると低下する。（3）．同じ親魚の卵でも附着力には±80 dyne の幅があるが，親魚または産卵の条件によつて附着力にはかなりの差があるようである。（4）．附着力は実験Ⅱの例1，6では 300～510 dyne，例2，3，4，5では 180～340 dyne である。従つて，（5）．卵の附着力は普通 200～500 dyne と考えられ，これは 16～40 cm/sec の流水が卵に加える動水圧に相当する。（6）．産卵場の底層（河床から 5 cm 上）流速は普通 40～80 cm/sec だが，卵が最も多く附着している径 1 cm 以下の石は 40 cm/sec 以上の流速では静止できないことから考えても，河床直上層の流速は 40 cm/sec を下まわるか，または卵は流水に直接にはさらされないように産みつけられるものと思われる。

## 文　　献

1) 狩野康比古： アユ卵の形態と二三の性質，魚類学雑誌，Ⅱ (4, 5)，1952.
2) 物部長穂： 水理学，1954.

# Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat–III. The "Browning" of Canned Crab as Dependant upon the Time of Leaving the Raw Crab without Carapace but Uncanned

Yoshio NAGASAWA
*(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)*

As suggested in the previous papers[1)2)], it seems possible that the amino-carbonyl reaction known as MAILLARD reaction is a cause for the browning of canned crab meat. If it is correct to regard this reaction as dependent primarily not only on the amount of nitrogen compounds but especially on that of sugar in the crab meat to be canned, the degree of freshness or the extent of decomposition of the meat is not to be ignored, because it is known that the free amino group and free carbonyl group in fish meats increase when they begin to deteriorate[3)4)].

In the actual process of manufacturing canned crab it is known that a rather long period of time is necessary prior to the final cooking of the can's content. The raw meat detached from carapace is left open to bacteria, and this undoubtedly causes some drop in freshness for the material to be canned.

In this report the author tried to find if any relation were present between the degree of "browning" observed with canned crab meat and the rate of freshness of the corresponding raw meat which was estimated from a few items.

## Experiment

1. *Preparation of sample cans*

Carapace was removed from a batch of crab which had been caught within a period of two hours before. After removal of the carapace, the crabs were divided into two lots. One lot was left for 3 days at a room temperature of 5~10°C. Portions of this lot were submitted at definite intervals to canning according to the routine procedure, namely, taking the meat out from the crust after cooking. The other lot was boiled first and then left for 2 days with the meat enveloped in the crust. Several portions in succession were removed from the crust and manufactured into canned crab in the usual way. The cans' contents originating from both lots were accepted as sterile from the result of incubation test. After 80 days storage the cans were opened and the degree of "Browning" of their content was estimated for both meat and juice from aspects of the items below.

2. *Items estimated and the estimation method*

As done in the previous experiment[1)2)], pH, moisture, volatile basic nitrogen, total nitrogen, amino nitrogen, and reducing sugar were estimated together with the "browning" degree of the can's content, sometimes separately for meat and juice. Partitions of amino acids and reducing sugars both found in a free state were determined by means of paper chromatography.

3. *Results*

The results obtained from the canned crab prepared from the material left for various times in an uncooked state are shown in Tables 1 and 2. Results from the preparations made from the boiled meat kept 2 days enveloped in crust are shown in turn in Tables 3 and 4. As seen in Table 1, in the case of preparations from the materials left uncooked, in which canning was retarded due to the long period of time necessary to final cooking, (1) volatile basic nitrogen increased, (2) the can's content degraded, (3) the degree of "browning" advanced, (4) total nitrogen, protein nitrogen and amino nitrogen decreased slowly, and (5) reducing sugar decreased at a rather rapid pace.

**Table 1.** Quality of the can contents prepared with the raw crabs removed of carapace and left uncooked for variously long times.

| Items \ Leaving time (hrs.) | 6 | 16 | 18 | 24 | 36 | 42 | 48 | 60 | 72 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V.B.-N (mg%) | 17.1 | 24.5 | 25.5 | — | 29.7 | 31.1 | 31.6 | 36.4 | 39.4 |
| pH | 6.15 | 6.40 | 6.45 | 6.45 | 6.50 | 6.60 | 6.70 | 7.35 | 7.21 |
| Moisture (%) | 76.6 | 76.6 | 76.4 | 77.6 | 77.7 | 78.1 | 72.7 | 78.2 | 77.2 |
| Total-N (%) | 3.44 | 3.31 | 3.48 | 3.11 | 3.19 | 3.17 | 2.91 | 2.95 | 2.54 |
| Amino-N (%) | 0.434 | 0.502 | 0.510 | 0.448 | 0.504 | 0.474 | 0.384 | 0.420 | 0.369 |
| $\frac{\text{Amino-N}}{\text{Total-N}} \times 100$ (%) | 12.6 | 15.2 | 14.7 | 14.4 | 15.8 | 14.9 | 13.2 | 14.2 | 14.5 |
| Amino-N in juice (%) | 0.583 | 0.633 | 0.633 | 0.616 | 0.647 | 0.629 | 0.501 | — | — |
| Total sugar (mg%) | 697 | 642 | 545 | 709 | 747 | 833 | 529 | 671 | 746 |
| Reducing sugar (mg%) meat | 16.2 | 14.7 | 15.1 | 12.8 | 14.9 | 5.21 | 5.41 | 5.70 | 3.40 |
| Reducing sugar (mg%) juice | 14.2 | 9.7 | 15.6 | 11.0 | 6.0 | 9.3 | 9.5 | 6.6 | 6.8 |
| Degree of browning: white meat (reflection ratio %) | 50 | 50 | 46 | 45 | 45 | 36 | 37 | 33.5 | 33.5 |
| Degree of browning: whole white meat (reflection ratio %) | 33 | 31 | 30 | 29 | 29 | 29 | 28 | 25.5 | 25 |
| Degree of browning: juice (transparency %) | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 36 | 35.5 | 25 |

**Table 2.** Free amino acids and sugars identified in the meat of canned crab prepared with the raw material left uncooked variously long without carapace.

| Items | Leaving time (hrs.) | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 60 | 72 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Free amino acids | Cystine | ++ | ++ | + | + | + | + | + | + |
| | Glutamic acid | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Serine | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Arginine | + | + | + | + | + | − | − | − |
| | Tyrosine | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Alanine | − | + | + | + | + | + | + | + |
| | Histidine | − | − | − | − | + | + | − | −+ |
| Free sugars | Lactose | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | + |
| | Galactose | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + |
| | Glucose | ++ | ++ | ++ | ++ | +− | +− | +− | +− |
| | Ribose | ++ | ++ | ++ | +− | +− | +− | +− | +− |
| | Rhamnose | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Arabinose | + | + | + | + | + | + | + | + |

**Table 3.** Quality of the can contents prepared with the boiled crab left uncanned variously long.

| Items | Leaving time (hrs.) | 6 | 12 | 24 | 36 | 48 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V.B.-N (mg%) | | 25.3 | 27.5 | 31.0 | 31.0 | 35.7 |
| pH | | 6.30 | 6.40 | 6.40 | 5.40 | 6.50 |
| Moisture (%) | | 73.1 | 73.3 | 73.4 | 74.1 | — |
| Total-N (%) | | 2.78 | 2.56 | 2.19 | 3.09 | 3.66 |
| Protein-N (%) | | 1.19 | 1.00 | 0.91 | 0.46 | — |
| Amino-N (%) | | 0.515 | 0.616 | 0.504 | 0.499 | 0.448 |
| $\frac{\text{Amino-N}}{\text{Total-N}} \times 100$ (%) | | 18.5 | 24.0 | 23.0 | 16.1 | 12.2 |
| Amino-N in juice (mg%) | | 0.658 | 0.748 | 0.644 | 0.607 | 0.568 |
| Total sugar (mg%) | | 712 | 665 | 517 | 437 | 481 |
| Reducing sugar (mg%) | meat | 13.5 | 12.4 | 12.9 | 13.0 | 7.3 |
| | juice | 13.0 | 19.0 | 13.0 | 11.0 | 9.3 |
| Degree of browning | white meat (reflection ratio %) | 54.5 | 52.5 | 51.8 | 40.5 | 40.5 |
| | whole white meat (reflection ratio %) | 32.0 | 33.5 | 33.0 | 34.1 | 31.5 |
| | juice (transparency %) | 21.0 | 21.0 | 20.5 | 18.1 | 17.0 |

**Table 4.** Free amino acids and sugars identified in the meat of canned crab prepared with boiled crab left uncanned but with crust for different times.

| Items | Leaving time (hrs.) | 0 | 6 | 12 | 24 | 36 | 48 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Free amino acids | Cystine | + | + | + | + | − | − |
| | Glutamic acid | + | + | + | + | + | − |
| | Serine | + | + | + | + | + | + |
| | Arginine | + | + | + | + | − | − |
| | Tyrosine | + | + | + | + | + | +− |
| | Alanine | + | + | + | + | + | +− |
| Free sugars | Lactose | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| | Galactose | ++ | ++ | ++ | ++ | + | +− |
| | Glucose | ++ | ++ | ++ | ++ | + | +− |
| | Ribose | ++ | ++ | ++ | ++ | + | +− |
| | Rhamnose | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| | Arabinose | + | + | + | + | + | + |

As obvious in Table 2, progressive variations in free amino acids and reducing sugars, glutamic acid, serine, and tyrosine remained apparently unchanged in amount in the various cans which were prepared with the uncooked meats, while cystine and arginine diminished and alanine as well as histidine increased where there was delay in canning. Among free reducing sugars, little change took place in galactose, rhamnose and arabinose, but lactose, glucose and ribose decreased in the material which was left uncooked.

As shown in Tables 3 and 4, the canned crab also made of the meat belonging to the second batch, degraded gradually in quality and the rate of "browning" advanced with the time for which the meat was left uncanned. During the time, on the other hand, there occurred a progressive increase of volatile basic nitrogen without little change in total nitrogen and amino nitrogen. Although the amount of sugar in total remained invariable, reducing sugar clearly tended to decrease. Almost all of the free amino acids except serine, which remained unchanged, i.e., cystine, glutamic acid, arginine, tyrosine and alanine were found to decrease somewhat readily or slowly. Among the reducing sugars identified, only lactose, rhamnose and arabinose remained practically unchanged, others decreasing while the meat was left uncanned.

## Discussion

From the results of the present experiment, it has been ascertained that when

the raw crab in which carapace has been removed is obliged to be left uncooked by time-taking preliminaries, or when the cooked crab with crust is left uncanned, these materials are apt to become incompetent for resulting in normal products, and "browning" takes place. This is the case with the former material left uncooked longer than 24 hours. The longer the materials are left unprocessed, the more amounts of total nitrogen and amino nitrogen in the canned crab prepared from these materials tend to decrease. In the meat of the former, cystine and arginine tend to decrease, while in that of the latter, glutamic acid, tyrosine and alanine behave likewise. As to the free sugar content, glucose and ribose in the canned crab prepared from either material decrease somewhat rapidly in a similar manner.

The discrepancy in the mode of change of nitrogenous substances and sugars found between the two different sequences of canned crab may likely be traced back to the difference produced already before canning. In fact, when carapace has been removed from raw crab long before canning autolysis and bacterial action goes on hand in hand, whereas in the case of cooked crab only the bacterial attack is allowed to proceed.

As described before, JONES[3] recognized that the amount of glucose or ribose in fish meat increases during storage at low temperature. The present author has also already reported that the amount of glucose, ribose and basic amino nitrogen in crab meats increase when they begin to deteriorate[5].

Therefore, it is easy to consider that the rate of "browning" of canned crab, which was prepared from the material left for a long time, may advance, because the solution containing sugars and amino acid is concentrated just as in the dehydration of meat, and the "browning" reaction goes easily toward completion[6][7]. However, as the freshness of the raw materials falls into decomposition, the amounts of sugar and amino nitrogen in the canned crab meat prepared from unfresh material increase so that the degree of the "browning" of the canned crab advances.

Then, if it is permitted to accept the loss of amino nitrogen and sugars, which occurs preferentially in the canned crab prepared from unfresh materials containing amino acid and sugars in large amounts, makes the cause of "browning" that results from the reaction between amino acids and sugars in the meat, the MAILLARD reaction may be suspected to be the cause of the "browning". Such a suspicion can not be denied. However, the quantitative changes of amino acids and sugars before and after canning of crab meat have not yet been estimated. This study will be done in the future.

## References


1) NAGASAWA, Y.: *This Journal*, **24** (6, 7), 535 (1958).
2) ———: *ibid.*, **24** (10), 816 (1959).
3) JONES, N. R.: *Biochem. J.*, **68** (4), 704 (1958).
4) ———: *Nature*, **177**, 748 (1956).
5) NAGASAWA, Y. and TANIKAWA, A.: *Mect. Jap. Soc. Sic. Fish., Autumn* (1958).
6) HANNAN, R. S. and LEA, C. H.: *Nature*, **168**, 744 (1951).
7) LEA, C. H. and HANNAN, R. S.: *Biochem. et Biophys. Acta*, **3**, 313 (1949).

# 水産動物燐脂質に関する研究—XIX.
## ニシン各組織の脂質

片田宗男・座間宏一・五十嵐久尚
(北海道大学水産学部水産化学教室)

# Studies on the Phosphatide of Aquatic Animals—XIX.
## Lipids of the Body Tissues of Herring, *Clupea pallasii*

Muneo KATADA, Kôichi ZAMA and Hisanao IGARASHI

Procedures for extracting lipids from the muscle were examined. Chloroform/methanol (2 : 1), hot ethanol, ethanol, ethanol/benzene (32 : 68), and ethanol/ethyl ether (3 : 1) were found to be suitable to extract various lipids containing sphingolipids from the tissue.

Contents of various lipids in the tissues of herring are shown in Table 3 and 4. Dark-colored muscle and liver were found to contain the lipids at highest concentrations.

著者らはさきにクロマグロ, *Thynnus orientalis* の血合筋及び普通筋のおのおのについて脂質成分の検索を行い, 非燐脂質部脂肪 (グリセリド, 遊離脂肪酸及びステリン), レシチン, ケファリン, アセタール脂質, スフィンゴミエリン及び糖脂質の存在をみとめた[1]。その結果血合筋は普通筋に比して多量の複合脂質を含み, 血合筋の脂質各成分の結合脂肪酸は一般にそれに対応する普通筋のそれらに比して長鎖の高度不飽和酸を多く含むことを知つたが, 更にこれらの成分の魚体各組織における分布を詳細に検討し, 年令や洄游移動など種々の生物学的過程におけるこれらの消長を追跡することにより各組織, 特に血合筋の脂肪代謝における地位の予測が可能となり, 魚類の脂肪代謝について何らかの知見が得られると考えられる。魚類筋肉の燐脂質に関しては LOVERN ら[2] のハドック, *Gadus aeglefinns* とタラ *G. callarias* についての向流分配法による研究があり, また JAVILLIER[3], BÄHR[4], KAUCHER ら[5], 松本[6] などが数種の魚類についてその定量値を報告しており, また組織中の複合脂質の定量法については多くの提案がなされているが[5,7-12], 著者らの意図するごとき, 脂質各成分を系統的に詳細に, かつ個別的に定量する方法は現在なお確立されているとはいえないので, まず組織からの脂質の抽出条件の検討を行い, 種々の定量法を組合わせて, 脂質各成分の分布を産卵直前の春ニシンについて行つた。その結果, クロロホルム/メタノール (2 : 1) 及び熱エタノールなどが複合脂質の抽出に適すること, また肝臓と血合筋は普通筋に比して複合脂質を極めて高濃度に含むことを知つた。

### 実験・結果及び考察

試料としては5月上旬北海道噴火湾で漁獲された産卵直前の3年生ニシンを雌雄各 10 個体用いた。これらの性状を Table 1 に示す。燐は FISKE-SUBBAROW 法[13], コリンは DELSAL の方法[14] によりライネッケ塩をメタノール溶液とし 310 mμ で比色, セリン及び 2-アミノエタノールは野島らの方法[15]により 410, 420 mμ で比色, 高級アルデヒドは WITTENBERG らの方法[16]により p-ニトロフエニルヒドラゾンとして 395 mμ で比色, スフィンゴシンは MCKIBBIN らの方法[17], ヘキソースは RADIN らの方法[18], ステリンは

**Table 1.** Properties of Fish.

| | Average body length | Average body weight | Average weight of | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dark-colored muscle | Ordinary muscle | Liver | Reproductive organ | Viscera* |
| ♂ | 27.0 c.m. | 221.5 g. | 22.4 g. | 72.0 g. | 1.9 g. | 39.6 g. | 6.0 g. |
| ♀ | 27.5 | 235.2 | 23.5 | 78.7 | 2.9 | 44.9 | 5.1 |

* Not contains liver.

1958 年 8 月 27 日受理

**Table 2.** Comparison of

| | Solvent used | Procedure | Solvent (ml./100 g. fresh tissue) × times | The last extract, g./100 g. of fresh tissue |
|---|---|---|---|---|
| Fresh tissue | Petroleum ether | Shaking at room temperature | 600×5 | 0.0112 |
| | Hot ethanol | Boiling for 30 mins. | 600×7 | 0.0205 |
| | Ethanol/ethyl ether (3 : 1) | Shaking at room temperature | 600×5 | 0.0164 |
| | Acetone | 〃 〃 | 600×3 | — |
| Acetone powder | Ethyl ether | Soxhlet apparatus | 48 hrs. | — |
| | Ethanol/benzene (32 : 68) | 〃 〃 | 〃 〃 | — |
| | Chloroform/methanol (2 : 1) | Shaking at room temperature | 200×4 | — |

* Ordinary muscle of herring was used.

**Table 3.** Lipid content of the body tissues of herring (1).

| Tissue | | Total lipid | Lecithin, | Phosphatidylethanolamine, | Phosphatidylserine, | Acetal lipid, |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g. | m Mol. | m Mol. | m Mol. | m Mol. |
| Ordinary muscle | ♂ | 3.9044 | 0.657 | 0.319 | 0.193 | 0.030 |
| | ♀ | 3.7370 | 0.625 | 0.291 | 0.174 | 0.027 |
| Dark-colored muscle | ♂ | 19.6052 | 1.779 | 0.956 | 0.472 | 0.084 |
| | ♀ | 19.0524 | 1.886 | 0.870 | 0.435 | 0.075 |
| Reproductive organ | ♂ | 5.7873 | 0.763 | 0.568 | 0.187 | 0.043 |
| | ♀ | 6.5938 | 1.308 | 0.254 | 0.034 | 0.029 |
| Liver | ♂ | 7.2503 | 0.981 | 1.294 | 0.262 | 0.074 |
| | ♀ | 6.9515 | 0.886 | 1.126 | 0.222 | 0.066 |
| Viscera | ♂ | 5.1956 | 0.463 | 0.340 | 0.207 | 0.036 |
| | ♀ | 4.9515 | 0.417 | 0.272 | 0.195 | 0.022 |

* Calculations are as follows:
Lecithin (Mol.) = Choline (Mol.) – Sphingomyelin (Mol.), Phosphatidylethanolamine (Mol.) = 2 (Mol.) = Aldehyde (Mol.), Sphingomyelin (Mol.) = Sphingosine (Mol.) – Hexose (Mol.), Cerebroside

**Table 4.** Lipid content of the body tissues of herring (2).

| Tissue | | Lecithin, | Phosphatidylethanolamine, | Phosphatidyleserine, | Acetal lipid, | Sphingomyelin, |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mg. | mg. | mg. | mg. | mg. |
| Ordinary muscle | ♂ | 511.2 | 229.0 | 147.1 | 14.0 | 68.5 |
| | ♀ | 486.3 | 208.9 | 132.6 | 12.6 | 62.7 |
| Dark-colored muscle | ♂ | 1384.2 | 686.4 | 359.7 | 39.1 | 114.6 |
| | ♀ | 1467.5 | 624.7 | 331.5 | 34.9 | 121.1 |
| Reproductive organ | ♂ | 593.7 | 407.8 | 142.5 | 20.0 | 122.6 |
| | ♀ | 1017.7 | 182.4 | 25.9 | 13.5 | 61.3 |
| Liver | ♂ | 763.3 | 929.6 | 199.6 | 34.5 | 922.9 |
| | ♀ | 689.4 | 808.5 | 169.2 | 30.7 | 933.7 |
| Viscera | ♂ | 360.3 | 244.1 | 157.7 | 16.8 | 686.4 |
| | ♀ | 324.5 | 195.3 | 148.6 | 10.2 | 622.2 |

* The following structures and molecular weights were conveniently taken for the calculation: Palmitoyloleoylglycerylphosphorylcholine (M.W. 778) for lecithin, palmitoyloleoylglycerylphosrine (M.W. 762) for phosphatidylserine, stearal plasmalogen (M.W. 466) for acetal lipid, *N* palgosine (M.W. 812) for cerebroside.

extracting procedures*.

| Total extract before washing, g./100 g. of fresh tissue | Total extract after washing, g./100 g. of fresh tissue** | Lipid-phosphorus, m Mol./100 g. of fresh tissue** | Sphingosine-nitrogen, m Mol./100 g. of fresh tissue** | Iodine no. |
|---|---|---|---|---|
| 3.3584 | 3.0584 | 0.310 | 0 | 124.2 |
| 7.0916 | 3.8860 | 1.382 | 0.319 | 124.0 |
| 4.3914 | 3.6400 | 1.295 | 0.206 | 128.7 |
| 4.1954 | 3.0750 | 0.480 | 0.072 | 134.7 |
| 0.6010 | 0.3400 (3.4150) | 0.185 (0.665) | 0.043 (0.115) | 123.6 |
| 1.1765 | 0.7430 (3.8180) | 0.886 (1.366) | 0.246 (0.318) | 118.9 |
| 1.2841 | 0.8294 (3.9044) | 0.900 (1.380) | 0.254 (0.326) | 116.5 |

** Numbers in parentheses show the values containing also those of acetone-extracts.

(Expressed in values in Mol. per 100 g. of fresh tissue)*

| Sphingomyelin, m Mol. | Cerebroside, m Mol. | Cholesterol, m Mol. | Total phospholipids, m Mol. | Total sphingolipids, m Mol. | Total conjugated lipids, m Mol. | Iodine no. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.095 | 0.231 | 0.216 | 1.294 | 0.326 | 1.525 | 129.6 |
| 0.087 | 0.198 | 0.208 | 1.204 | 0.258 | 1.402 | 127.0 |
| 0.159 | 0.503 | 0.687 | 3.450 | 0.662 | 3.953 | 137.9 |
| 0.168 | 0.607 | 0.630 | 3.434 | 0.775 | 4.041 | 136.3 |
| 0.170 | 0.385 | 0.109 | 1.731 | 0.555 | 2.116 | 133.8 |
| 0.085 | 0.195 | 0.266 | 1.710 | 0.280 | 1.905 | 160.4 |
| 1.280 | 0.665 | 0.842 | 3.891 | 1.945 | 4.556 | 167.8 |
| 1.295 | 0.679 | 0.845 | 3.595 | 1.974 | 4.274 | 167.3 |
| 0.952 | 0.346 | 0.671 | 1.998 | 1.298 | 2.344 | 173.8 |
| 0.863 | 0.355 | 0.611 | 1.769 | 1.218 | 2.124 | 175.5 |

aminoethanol (Mol.) – Aldehyde (Mol.), Phosphatidylserine (Mol.) = Serine (Mol.), Acetal lipid (Mol.) = Hexose (Mol.).

(Expressed in values in weight per 100 g. of fresh tissue)*

| Cerebroside, mg. | Cholesterol, mg. | Total phospholipid, mg. | Total conjugated lipid, mg. | Total essential lipid, mg. | Neutral fat, mg. | Phospholipid/ Cholesterol |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 187.6 | 83.5 | 969.8 | 1157.4 | 1240.9 | 2663.5 | 11.6 |
| 160.8 | 80.4 | 903.1 | 1063.9 | 1144.3 | 2592.7 | 11.2 |
| 408.6 | 265.6 | 2584.0 | 2992.6 | 3258.2 | 16347.0 | 9.7 |
| 493.0 | 243.6 | 2579.7 | 3072.7 | 3316.3 | 15736.1 | 10.5 |
| 312.2 | 42.1 | 1286.6 | 1599.3 | 1641.4 | 4145.9 | 30.5 |
| 158.4 | 102.8 | 1300.8 | 1459.2 | 1562.0 | 5031.8 | 12.7 |
| 540.1 | 325.6 | 2849.4 | 3389.5 | 3715.1 | 3535.2 | 8.7 |
| 551.5 | 326.7 | 2631.5 | 3183.0 | 3509.7 | 3441.8 | 8.0 |
| 281.0 | 259.4 | 1465.3 | 1746.3 | 2005.7 | 3189.9 | 5.6 |
| 288.3 | 236.2 | 1300.8 | 1589.1 | 1825.3 | 3126.2 | 5.5 |

phorylethanolamine (M.W. 718) for phosphatidylethanolamine, palmitoyloleoylglycerylphosphorylsemitoylsphingosylphorylcholine (M.W. 721) for sphingomyelin, and *N*-lignoceryl-*O*-galactosylsphin-

ジギトニン沈澱法，沃素価は WIJS 法によつてそれぞれ測定した。

**（1） 抽出条件の検討**

雄の普通筋を試料とし，数種の溶剤により生鮮組織を直接抽出，或いはアセトン抽出と組合わせ，アセトン抽出残渣の粉末を更に他の溶剤で抽出する方法によつて脂質を抽出し，抽出物の性状を検した。なお抽出物は秤量後更に FOLCH ら[19]の washing を行つて水溶性物質を除去した。この結果は Table 2 に示すとくで，全脂質抽出量はアセトン抽出後クロロホルム/メタノール，同じくアセトン抽出後エタノール/ベンゼン，生鮮組織を直接熱エタノールで抽出する方法が優つており，エタノール/エーテルがこれらに次いでいる。また脂質-P 及びスフィンゴシン-N の量からそれぞれ全燐脂質及び全スフィンゴ脂質の抽出量を推定すると，これらの結果にもほぼ全脂質と同じ順序がみられる。それ故アセトンで組織を抽出後，クロロホルム/メタノール (2 : 1) またはエタノール/ベンゼン (32 : 68, 共沸混合物) により抽出する方法，及び生鮮組織を熱エタノールで抽出する方法が中性脂肪，燐脂質及びスフィンゴ脂質を組織から抽出するために適しており，また中性脂肪と燐脂質を抽出するためであればエタノール/エーテル (3 : 1, 所謂 BLOOR 溶液) でもほぼ充分であることが知られた。なお石油エーテルの抽出力の低いことは，スフィンゴ脂質に対する溶解度の低いことの他に，蛋白質を変性することの少いことにより蛋白質に結合している脂質が遊離しないことも原因の一つとして推定される。

**（2） ニシン各組織中の脂質の分布**

アセトン，次いでクロロホルム/メタノールで各組織を抽出，各構成分を定量，モル単位で算出した結果を計算法と共に Table 3 に示す。更にこれらの分子量を仮定して重量に換算した結果を分子量と共に Table 4 に示す。これらにより明かなように，肝臓と血合筋が脂質各成分，特に複合脂質の含量において常に最高位にあり，普通筋が最低位にある。性別による差は卵・精巣を除いてはほとんどみられなかつた。また血合筋の燐脂質/コレステリンの比が普通筋のそれよりも僅か低いことは，運動性の少ないことによるものであると推測出来るが，勿論現在の段階では断定出来ない。

## 総　括

組織から脂質を抽出する条件の検討を行つた。その結果，中性脂肪と燐脂質のみを抽出するためには生鮮組織をエタノール/エーテルで抽出する方法でほぼ充分であるが，更に溶解度の低いスフィンゴ脂質をも抽出するためにはアセトン抽出後クロロホルム/メタノールまたはエタノール/ベンゼンで抽出，または生鮮組織を熱エタノールで抽出する方法が適当であつた。

ニシンの各組織からアセトン，次いでクロロホルム/メタノールで抽出，複合脂質各成分を定量した。その結果，血合筋が肝臓と共に普通筋に比して極めて高濃度に各脂質成分を含むことを知つた。

試料の年令査定をされた本学久新健一郎講師に感謝する。本研究費の一部は文部省科学研究費総合研究“水産生物脂質に関する研究”によつた。

## 文　献

1) 五十嵐久尚・座間宏一・片田宗男: 本誌, **22**, 787, 791; **23**, 273, 278 (1957); **24**, 735 (1959); *Nature*, **181**, 1282 (1958).
2) J. A. LOVERN et al.: *Biochem. J.*, **54**, 126, 128, 559; **55**, 686 (1953); **57**, 610 (1954); **62**, 99, 107 (1956).
3) M. JAVILLIER, A. CREMIEU, H. HINGLAIS: *Bull. soc. chim. biol.*, **10**, 327 (1928).
4) O. BÄHR, O. WILLE: *Fischwirtschaft*, **7**, 129 (1931).
5) M. KAUCHER, H. GALBRAITH, V. BUTTON, H. H. WILLIAMS: *Arch. Biochem.*, **3**, 203 (1943).
6) 松本文夫: 本誌, **16**, 303 (1950).
7) S. J. THANNHAUSER, J. BENOTTI, H, REINSTEIN: *J. Biol. Chem.*, **129**, 709 (1939).
8) B. ERICKSON, I. AVRIN, D. M. TEAGUE, H. H. WILLIAMS: *J. Biol. Chem.*, **135**, 671 (1940).
9) G. SCHMIDT, J. BENOTTI, B. HERSHMAN, S. J. THANNHAUSER: *J. Biol. Chem.*, **166**, 505 (1946).
10) A. C. JOHNSON, A. R. MCNABB, R. J. ROSSISTER: *Biochem. J.*, **43**, 573 (1948).
11) F. I. TSUJI, M. BRIN, H. H. WILLIAMS: *Arch. Biochem. Biophys.*, **50**, 290 (1955).
12) E. ROBINS, O. H. LOWRY, K. M. EYDT, R. E. MCCAMAN: *J. Biol. Chem.*, **220**, 661 (1956).
13) C. H. FISKE, Y. SUBBAROW: *J. Biol. Chem.*, **81**, 629 (1929).
14) J.-L. DELSAL: *Compt rend.*, **244**, 2855 (1957).
15) S. NOJIMA, N. UTSUI: *J. Biochem.*, **44**, 565 (1957).
16) J. B. WITTENBERG, S. R. KOREY, F. H. SWENSON: *J. Biol. Chem.*, **219**, 39 (1956).
17) J. M. MCKIBBIN, W. E. TAYLOR: *J. Biol. Chem.*, **178**, 29 (1949).
18) N. S. RADIN, F. B. LAVIN, J. R. BROWN: *J. Biol. Chem.*, **217**, 789 (1955).
19) J. FOLCH, I. ASCOLI, M. LEES, J. A. MEATH, F.N. LEBARON: *J. Biol. Chem.*, **191**, 833 (1951).

# γ線を照射した水産食品に含まれる油脂の性状について—I.

金田尚志・酒井寿恵・石井清之助
(東海区水産研究所)

# Chemical Properties of Oils in Gamma-Radiated Fish Meat and Products—Part I.

Takashi Kaneda, Hisae Sakai and Seinosuke Ishii

When fish or its products are subjected to the gamma radiation for preservation, their taste is often degenerated, and there are reasons to assume that this is caused by changes in chemical properties of oil contained in fish. The aim of the present study is to find out means, if any, to avert the degeneration of the taste in as much as the assumption is proved true. In the experiments conducted for this purpose, the authors have found that when the fatty abdominal meat of tuna is exposed to the gamma radiation from a cobalt—60 isotope (radiation dose 1,000,000 r), it shows a dark brown color with an offensive ordor, the oil of the meat turning rancid (Table 2). On the other hand, fish sausages irradiated did not show, despite the presence of an amount of fat, any remarkable changes as to palatability (Table 3 and 4).

## I. 緒　　言

γ線照射により食品を貯蔵せんとする場合，まず問題となることの一つにその食品の風味が照射により損われないか？ということがある。すなわち，γ線を当てることにより長期間の貯蔵がたとえ可能となつても，風味が損なわれていては食品としての価値は失われてしまう。

γ線を照射した食品の含有成分の変化については従来既に多くの報告が出されているが，水産食品に関するものは比較的少い。また従来の報告には五感検査により風味の変化を検討したものが多く，例えばProctor等[1]はHaddockにつき，Nickerson等[2]はサバ，Shewan[3]はHaddock，サバ等について報告している。またGroningen等[4]は窒素ガス中においてサケ，Halibut，マグロ等を照射し，色素の消失，風味の低下を認めている。しかし以上の報告を通じていえることは水産食品に含まれる個々の成分の変化についての検討が比較的少いということである。

筆者等はγ線を照射した水産食品の風味にかなりの影響を与えると考えられる含有油脂の性状について試験し，油脂の変化の程度を調べるとともに，油脂の変化に起因する風味の低下があるとすればその防止法を見出したいと思い本研究を開始した。

前記のごとく水産食品に含まれる油脂のγ線照射による変化についてはあまり報告がないが，食用油脂およびこれを構成する脂肪酸の変化については既にかなりの報告が出されている[5-11]。これ等の報告を見ると何れも沃素価の低下，分子量，過酸化物価の増大を認めている。

以上の結果を参考として考えると不飽和度の高い油脂を含む水産食品は一層変敗しやすいと思われる。

筆者等はまず$Co^{60}$を線源として大豆油に大略200万レントゲンのγ線を照射したところ，過酸化物，共役酸が増加し，従来の報告と全く同一の結果を得た。またこの際，淡黄色を示していた大豆原油は退色しほとんど無色となつた。次にマグロのトロ身を用いて試験したところ，色は暗黒褐色となり，悪臭を生ずると共に含有油は変敗した。但し，この際，予め抗酸化剤を添加しておくと，この変敗はかなり防止し得ることを認めた。また魚肉ソーセージを照射した場合は変敗の程度が少く十分利用し得ることを知つた。

1958年9月12日受理
東海区水産研究所業績B第297号

## II. 実 験 の 部

**実験 1. 市販大豆油照射結果:**

市販大豆油を経 15 mm の試験管に空気を残したまま封入し，$Co^{60}$ を線源として 10 cm の距離より室温(23°C前後) で 49 時間，196 万レントゲンを照射し次の結果を得た。(カーボニル化合物の含量は Henick 等[12]の方法によつた)

本結果を見るに照射大豆油は退色したはかは香り，味などには一見未照射のものと区別がつかなかつた。しかし，Table 1 に示すごとく，過酸化物，共役酸，カーボニル化合物などは増加し，酸化が進んでいるこ

**Table 1.** Chemical changes in irradiated soybean oil
第 1 表 大 豆 油 照 射 結 果

| Radiation dose 照射量 | Acid value 酸価 | Iodine value 沃素価 | Sap. value 鹸化価 | Peroxide value (M.M./kg.) 過酸化物価 | Conjugated acids (%) 共役酸 Diene ジエン | Triene トリエン | Tetraene テトラエン | Reichert-meissl value ライヘルトマイスル価 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| None (control) 未照射 (対照) | 0.6 | 131.1 | 189.7 | 19 | 0.26 | 0.026 | 0.004 | 0 |
| 1960000γ | 0.8 | 128.8 | 188.1 | 110 | 0.36 | 0.029 | 0.004 | 0 |

**Table 2.** Properties of oil contained in irradiated fatty meat of tuna
第 2 表 γ 線照射クロマグロトロ肉中の粗脂肪の性状

| Radiation dose 照射量 | Acid value 酸価 | Iodine value 沃素価 | Sap. value 鹸化価 | Peroxid value (M.M./kg.) 過酸化物価 | Conjugated acids (%) 共役酸 Diene ジエン | Triene トリエン | Tetraene テトラエン | Reichert-meissl value ライヘルトマイスル価 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| None (control) 未照射 | 2.5 | 157.6 | 189.0 | 34 | 0.92 | — | — | 0.3 |
| 1000000γ | 13.4 | 155.0 | 187.3 | 103 | 1.15 | — | — | 0.9 |
| 1000000γ (B.H.A. added) B.H.A. 添加 | 1.5 | 155.0 | 185.2 | 43 | 1.68 | — | — | 2.7 |

**Table 3.** Properties of oil contained in irradiated fish-sausage*
第 3 表 γ 線照射魚肉ソーセージ含有油の性状

| Radiation dose 照射量 | Acid value 酸価 | Iodine value 沃素価 | Sap. value 鹸化価 | Peroxide value (M.M./kg.) 過酸化物価 | Conjugated acids (%) 共役酸 Diene ジエン | Triene トリエン | Tetraene テトラエン | Reichert-meissl value ライヘルトマイスル価 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| None (control) 未照射 (対照) | 2.7 | 77.5 | 190.9 | 58 | 0.40 | — | — | 0.3 |
| 1600000γ | 4·4 | 75.8 | 186.1 | 110 | 0.48 | — | — | 0.8 |

* Commercial products irradiated at the laboratory.

**Table 4.** Properties of oil contained in irradiated fish-sausage*
第 4 表 γ 線照射魚肉ソーセージ含有油の性状

| Radiation dose 照射量 | Acid value 酸価 | Iodine value 沃素価 | Sap. value 鹸化価 | Peroxide value (M.M./kg.) 過酸化物価 | Conjugated acids (%) 共役酸 Diene ジエン | Triene トリエン | Tetraene テトラエン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| None (control) 未照射 (対照) | 2.2 | 73.3 | 193.1 | 78 | 0.47 | 0.005 | — |
| 1600000γ | 1.8 | 71.9 | 195.5 | 86 | 0.22 | — | — |
| 1600000γ (B.H.A. added) B.H.A. 添加 | 2.1 | 72.8 | 193.5 | 70 | 0.50 | 0.002 | — |

* Prepared at the laboratory before irradiation.

とがわかる。

**実験 2. マグロ肉照射結果:**

クロマグロのトロ身を厚さ 1 cm, 縦 4 cm, 横 5 cm に切り, ポリエチレンの袋に詰め口をシールして線源のまわりに衝立状に並べ 9 cm の距離より $Co^{60}$ を用いて前試験同様照射した。この際の室温は 28°C 前後, 照射時間は 20 時間で線源に近い面は 100 万レントゲン, 裏面は 90 万レントゲンを当てた計算となる。また Butylated hydroxyanisol (B. H. A.) の 1/5000 溶液に 1 時間浸漬したトロ身を同一条件のもとに照射した。

これ等照射した試料の性状を見ると, 抗酸化剤添加の有無にかかわらず照射したトロ身はいずれも暗黒褐色となり, 異臭を帯び, 到底食用となし得ないような状態となつた。また照射肉および未照射のものをそれぞれ細切し, 無水芒硝と混和脱水後, 精製エーテルを用いて粗脂肪を分離し, その性状を検討したところ Table 2 のごとき結果を得た。

| Carbonyl micromols/g. カーボニル化合物 | | Color. 色調 | |
|---|---|---|---|
| Saturated 飽和 | Unsaturated 不飽和 | y | R |
| 2.99 | 4.05 | 0.86 | 0.20 |
| 3.91 | 4.71 | 0.66 | 0.20 |

本結果を見るに 100 万レントゲンを照射したトロ身中の粗脂肪は酸価, 過酸化物, 共役酸, ライヘルトマイスル価, カーボニル化合物などが増加した。ただし抗酸化剤を添加した場合は酸価, 過酸化物価などの増加がかなり防止されることを認めた。

**実験 3. 市販魚肉ソーセージ照射結果:**

市販魚肉ウインナ・ソーセージ (豚脂入り) を 11 cm の距離より 53 時間照射し, 保蔵性の延長を計らんとし, 線源に近い部分に 160 万レントゲン, 裏面は 130 万レントゲンを照射した。本試料を山田[13]が 30°C の恒温器中に貯蔵したところ, 1 ケ月後未照射のものはゼリー状に軟化する部分を生じたが照射したものは未変化であつた。

| Polenske value ポレンスケ価 | Carbonyl micromols/g. カーボニル化合物 | |
|---|---|---|
| | Saturated 飽和 | Unsaturated 不飽和 |
| | 5.9 | 1.3 |
| 1.2 | 21.0 | 12.0 |
| 0.7 | 15.6 | 20.2 |

照射ソーセージは色素が退色し, 魚肉本来の色に近くなつたが, 風味はあまり変らず十分食用となし得た。また前試験同様含有油を分離し, その性状調べたところ Table 3 のごとき結果を得た。

本結果を見るに照射したものは外観的には殆んど変化を認め得ないにもかかわらず過酸化物価および揮発酸などを増し, いくぶん酸化されていることを認めた。

| Polenske value ポレンスケ価 | Carbonyl micromols/g. カーボニル化合物 | |
|---|---|---|
| | Saturated 飽和 | Unsaturated 不飽和 |
| 0.6 | 5.4 | 3.1 |
| 1.4 | 5.55 | 2.65 |

**実験 4. 抗酸化剤添加ソーセージ照射結果:**

魚肉ソーセージは γ 線照射によりそれほどひどい変化を受けぬが, さらに未変化のものを製造するため抗酸化剤を添加した。すなわち, メバチマグロ, クロカワカジキ, サメ, イカなどの摺身に木酢液および B. H. A. 1/5000 を添加した豚脂 10 %を加え, 直径 1 cm のウインナソーセージ用塩酸ゴム袋に詰め, 90°C の温水中に 1 時間浸漬したものを試料とした。また対照としては B. H. A. を添加しない豚脂を混じたものを使用した。照射条件は前試験同様である。これ等照射ソーセージは抗酸化剤添加の有無にかかわらず, いずれも前試験同様あまり悪影響を受けず食用となし得るような状態であつた。含有油の性状は Table 4 のごとくで, 抗酸化剤添加の効果はそれほど明らかでなかつた。これは原料肉に既に木酢液が混じてあり, これの効果があつたためとも考えられる。

| Reichert-meissl value ライヘルトマイスル価 | Carbonyl micromols/g. カーボニル化合物 | |
|---|---|---|
| | Saturated 飽和 | Unsaturated 不飽和 |
| 1.1 | 2.7 | 7.35 |
| 0.3 | 1.7 | 6.17 |
| 1.9 | 1.3 | 7.28 |

## III. 考　　察

以上の結果より考察するに γ 線照射により水産食品を貯蔵す

るにはなお多くの問題があることが判る。すなわちマグロのトロのごとく油脂含量の多い魚肉は筆者等の行つたような実験条件では到底食用となし得ない。すなわち，筆者等は 28°C もの室温で 20 時間にわたり γ 線を 100 万レントゲン照射したが，このような温度で長時間照射を行い，しかも線源があまり強くないため当然照射中に魚肉中に含まれる酵素の作用とか腐敗が進行すると考えられる。そのため魚肉中の油脂もソーセージのごとく加熱したものにくらべると一層変敗したものと思う。

なお山田[14]の試験結果によるとイカ，ヒラメのごとく油脂含量の少いものは変敗の程度が少く十分食用となし得るというが，含油量の多い魚を鮮魚のまま照射するには低温で行う必要があろう。また窒素，炭酸ガスなどの注入とか真空照射などの影響についても検討する必要があると考えられる。すなわち，塩酸ゴムの袋に詰めたソーセージよりポリエチレンの袋に入れた生肉の方が変敗しやすいのはポリエチレンの通気性に起因する点もあるように思われるが，これ等は今後に残された問題である。

ソーセージについてはある程度の加熱殺菌が行われており，また酵素の影響もないため多脂肪な生鮮魚肉に認められるほどの悪変は起らず γ 線の照射により保存期間をさらに延長し得ると思われる。しかし，現在使用しているような色素は退色してしまうため，この点についてはさらに検討する必要があろう。

## IV. 摘　　要

$Co^{60}$ を線源とし生鮮魚肉および魚肉ソーセージに γ 線を照射した場合の含有油脂の性状について試験し，次の結果を得た。

（1） クロマグロのトロ身に室温（28°C）で生肉の貯蔵可能と考えられる程度（100 万レントゲン）の γ 線を照射すると変色し異臭を生ずると共に含有油脂の変敗を生じた。

（2） 魚肉ソーセージについては殆んど悪影響は現れず利用し得るものと思われる。

本研究を行うにあたり御指導を賜つた東海区水産研究所利用部長東秀雄博士，γ 線を照射した山田金次郎氏，原料魚肉を提供された日本冷蔵明石工場長相馬豊造氏に謝意を表する。

## 文　　献

1) B. E. Proctor and D. S. Bhatia: Food Tech., **4**, 357 (1950).
2) J. T. R. Nickerson, S. A. Goidblith and B. E. Proctor: Food Tech. **4**, 84 (1950).
3) J. M. Shewan: Unpublished data. From "Department of scientific and industrial research, food investigation special report. No. 61, Scientific and technological problems involved in using ionizing radiations for the preservation of food by human. London, 1955, p 119.
4) H. S. Groninger, A. L. Tappel and F. W. Knapp: Food Research **21**, 555 (1956).
5) C. W. Sheppard and V. L. Burton: J. Am. Chem. Soc. 68, 1636 (1946).
6) V. L. Burton: J. Am. Chem. Soc. **71**, 4117 (1949).
7) J. F. Mead: Science **115**, 470 (1952).
8) J. Greenfied: Am. Paint J. **41**, 84 (1956).
9) O. F. Batzer, M. Sribney, D. M. Doty and B. S. Schwigert: Agr. and Food Chem. **5**, 700 (1957).
10) J. R. Chipault, O. S. Privett, G. R. Mizuno and W. O. Lundberg: Ind. Eng. Chem. **49**, 1713 (1957).
11) H. T. Slover and L. R. Dugan Jr.: J. Am. Oil Chem. Soc. **34**, 333 (1957).
12) A. S. Henick, M. F. Benca and J. H. Mitchell: J. Am. Oil Chem. Soc. **31**, 88 (1954).
13) 山田：未発表
14) 山田：未発表

# 水産物の腐敗に関する研究—26
## 炭水化物の存在下における腐敗*

日引重幸・清水亘
(極洋捕鯨株式会社)(京都大学農学部水産学教室)

# Studies of Putrefaction of Aquatic Products—26
## Spoilage of Fish in the Presence of Carbohydrates.

Sigeyuki Hibiki and Wataru Simidu
(Department of Fisheries, Kyoto University)

The spoilage of fish, especially histamine formation in the presence of carbonydrates such as sucrose, glucose, glycogen and starch was investigated.

In the course of spoiling of a minced fish mixed with these carbohydrates, decomposition of histidine and formations of volatile base, trimethylamine and histamine were inhibited being accompanied by a decrease of pH value, while starch only exerted little effect. These effects increased with increasing content of carbohydrate. It is interesting that the histamine formation are inhibited even at lower pH values at which histamine is expected to be accelerated to form[5)6)].

細菌に利用されるような炭水化物が共存すればアミノ酸や蛋白の分解がいちじるしく抑制されるという研究がある[1)]。したがつて魚肉に炭水化物が混和されればその腐敗過程に変化が起ることが予想される。清水・本橋[2)]は含糖かまぼこが腐敗するとき酸性になることをみたが，その後木俣[3)]，内山・横山[4)]はかまぼこの腐敗は糖を含むか否かによつて様式が異なることを指摘した。Stephenson・Gale[5)]は炭水化物が分解されて培地が酸性になれば，アミノ酸はアンモニヤに変化しないでアミンを生ずるといつており，木俣・河合[6)]は魚肉が腐敗してヒスタミンを生ずる際，その最適 pH は微酸性側にあると報告している。水産製品のうちには炭水化物を混和するものが多く，それらは腐敗すれば酸性になると思われる。また原料に赤身魚類を使用するものではヒスチジンが多量に含まれるから，炭水化物の存在下ではヒスタミンの生成が促される危険がある。

この点を確めるため魚肉に澱粉，砂糖，ブドウ糖，グリコーゲン等の炭水化物を混入して腐敗せしめ，いろいろの腐敗生産物を調べた。

### 実験および結果

冷凍メバチマグロ挽肉にいろいろの炭水化物を加えて三角フラスコに入れ，28°C に貯蔵して腐敗させ，腐敗中に起る変化を pH，揮発性塩基窒素，トリメチルアミン，ヒスチジンおよびヒスタミンについて観察した。その結果は Fig. 1 の通りである。

細菌に利用されやすいと思われる砂糖，ブドウ糖およびグリコーゲンを添加した魚肉では pH が低下し，36 時間後には pH 4.5 付近にまで下つた。しかも添加量が多いほどこの傾向がいちじるしいようである。澱粉を加えたものは対照との差が小さく，同じ炭水化物でも澱粉は細菌による分解が遅いことが察知される。揮発性塩基窒素，トリメチルアミンおよびヒスタミンの生成は炭水化物の添加によつて抑制され，その

1958 年 9 月 29 日受理
* 1957 年 9 月 10 日 日本水産学会で講演

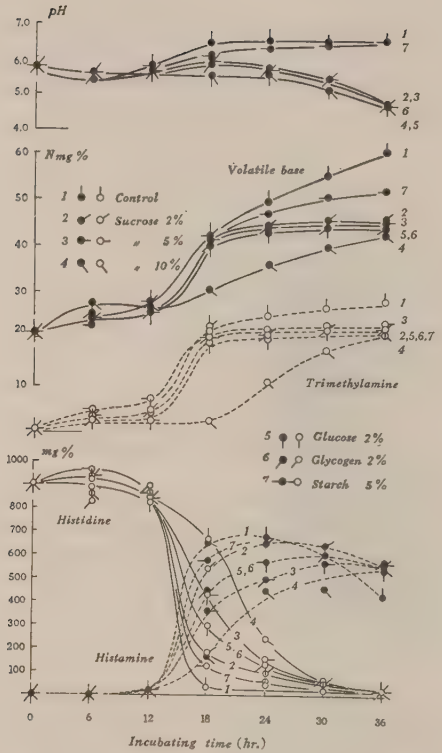



**Fig. 1.** The variations of pH, volatile base nitrogen, trimethylamine, histidine and histamine in the course of putrefaction (at 28°C.) of bigeyed tuna meat mixed with various kinds of carbohydrate such as sucrose, glucose, and starch.

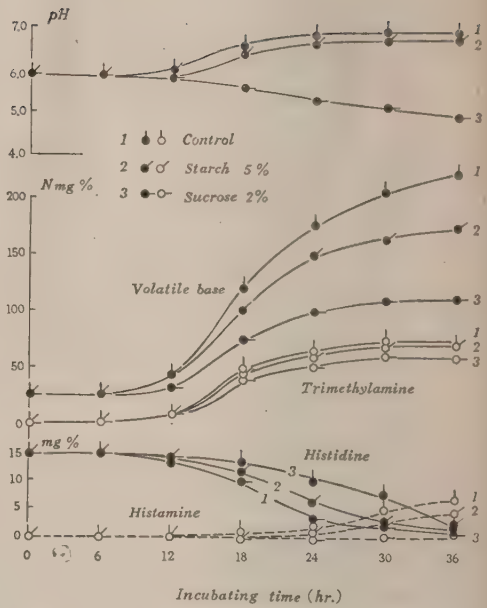



**Fig. 2.** The variations of pH, volatile base nitrogen, trimethylamine, histidine and histamine in the course of putrefaction (at 30°C.) of a flat fish.

添加量が多いほどその効果が大きい。この場合，澱粉を加えたものも抑制効果が多少現われているが，その効果は小さい。

つぎに白身魚類の代表としてマガレイ（冷凍）を選び，30°C で同様の実験を行つた。その結果は Fig. 2 のごとくである。この場合にも砂糖を加えたものは pH が低下し，揮発性塩基窒素，トリメチルアミンおよびヒスタミンの生成が抑制されている。澱粉を加えたものは前と同様に pH の低下はいちじるしくないが，揮発性塩基およびアミン類の生成がいくぶん小さいことがみられる。ただし白身魚類は遊離ヒスチジン含量が少ないので，したがつてヒスタミンの生成量はきわめて少なく，わずかに数 mg% にすぎない。

## 考　　察

いろいろの糖類を加えた魚肉が腐敗するとき pH が低下することはすでに報告されているとおりであるが，同じ炭水化物でも生澱粉を添加したものは短時日間内では対照（炭水化物を加えたいもの）との間に大差が起らない。これは細菌に利用される難易によるものであろう。炭水化物が存在すれば蛋白やアミノ酸の分解がおくれ[1]，したがつて揮発性塩基の生成が遅れるということは当然考えられ，生肉ではないが，かまぼこの場合にも実証されている[2)3)4)]。その原因はエネルギー源として糖類が利用されやすいためであろう。

ところが糖類が存在すれば酸性になり，酸性になればアミン類の生成が促がされるはずである[5)6)]のに，本実験では予想に反してトリメチルアミンもヒスタミンも，ともに生成が抑制されている。この事実は介類の場合にもみられた[7)]。これは酸性がアミンの生成を促進する作用をもつにしても，細菌が存在するために，それらアミンの基質を分解する必要がないからであろうか。あるいは本実験および介類の場合には生肉

の自然腐敗についての結果であるから，実験の条件が異なれば違つた結果が現われるのかも知れない。また本実験では生肉についてであつたが，もし加熱製品の場合にも，このような事実があるとすれば，糖類添加製品の中毒がいくらかでも緩和されるという期待がもてそうにみえる。

## 要　　約

炭水化物を混和した魚肉挽肉の腐敗を研究した。その結果次のような事実が知られた。

1. 魚肉に砂糖，ブドウ糖，グリコーゲン等を加えると腐敗によつて pH が低下し，揮発性塩基，トリメチルアミンおよびヒスタミンの生成が抑制される。生澱粉はその作用が小さい。

2. 炭水化物は同一種類なら添加量が多いほどこの作用が大きい。

## 文　　献

1) A. I. KENDALL: J. In. Dis., **32**, 362, (1923); Physical Rev. **3**, 438, (1923).
2) 清水亘，本橋邦郎：水産研究誌，**3**，217，(1935).
3) 木俣正夫：日水会誌，**16**，428；454，(1951).
4) 内山均，横山和吉：日水会誌，**18**，709，(1953).
5) M. STEPHENSON and E. F. GALE: Biochem. J., **31**, 1316, (1937); E. F. GALE: Ibid., **34**, 329, (1940).
6) 木俣正夫，河合章：京大食研報告．**10**，83，(1952).
7) Wataru SIMIDU and Sigeyuki HIBIKI: 日水会誌，**23**，255，(1957).

# 水産物の腐敗に関する研究—27
## 包装・加熱魚肉の腐敗におけるヒスタミン生成の抑制および魚介類のヒスチジン含量*

日引重幸・清水亘
(極洋捕鯨株式会社)(京都大学農学部水産学教室)

# Studies on Putrefaction of Aquatic Products—27
## Inhibition of Histamine Formation in Spoiling of Cooked Fish and Histidine Content in Various Fishes.

Sigeyuki Hibiki and Wataru Simidu
(Department of Fisheries, Kyoto University)

In the course of spoiling of the fish which is packed in the casing, cooked at 85°C. for 2 hours and incubated at 30°C., decrease in pH and formation of vilatile base nitrogen were inhibited by the addition of carbohydrates. Especially histamine was not formed at all. The inhibition of histamine formation was found to be caused by the fact that histamine forming bacteria were killed by heating at above 60°C.

Histidine content of red muscle fishes was shown to be of a quite high value, and in some kinds of fish it is often to be on the level of 1,000 mg per 100 g muscle. The content decreases as the color of muscle becomes lighter. Molascs and crustaceas contain much less amount of histidine similarly to white muscle fishes.

赤身魚類は多量のヒスチジンを含有し[1]，これが腐敗するときにヒスタミンを生成して中毒の原因にたると思われる[2)3)]。魚肉ソーセージは主として赤身魚類を原料とするので当然中毒事件が起ることが予想されるので，中毒の主原因と思われるヒスタミンの生成を中心に検討を加えた。その結果は下に詳述するように魚肉ソーセージにはヒスタミンが生成しないらしいことがわかつた。

### 実験および結果

冷凍メバチマグロ肉に澱粉または砂糖をそれぞれ5％加えてライファン袋に詰め，口を二重に結んで85°Cで2時間加熱した後，30°Cに貯蔵してpH，揮発性塩基窒素，ヒスチジンおよびヒスタミンの消長を観察した。その結果は Fig. 1. のごとくである。

加熱温度が85°Cであるから当然の結果としていずれの試料も腐敗している。炭水化物が加えられたものは pH および揮発性塩基窒素の増加が抑制されているが，これについてはすでに前報で報告した。ただ前報の生肉についての試験では炭水化物を添加したものは pH の低下がいちじるしかつたが，加熱殺菌した場合には pH の低下がおくれている点が異る。いずれにしても腐敗は抑制されてもやはり進行している事実はみられる。にもかかわらずヒスチジンの減少が起らずヒスタミンはほとんど生成されなかつた。対照（炭水化物を添加しないもの）は腐敗して黒変し液化したが，それでもなおヒスタミンは生成しなかつた。のみならずヒスチジンはむしろ増加の傾向さえみられるが，これは恐らく蛋白の分解によるのであろう。

包装・加熱魚肉からヒスタミンが生成しない原因は恐らく加熱によってヒスタミン生成細菌が死滅するた-

1985 年 9 月 29 日受理
* 1957 年 9 月 10 日 日本水産学会で講演

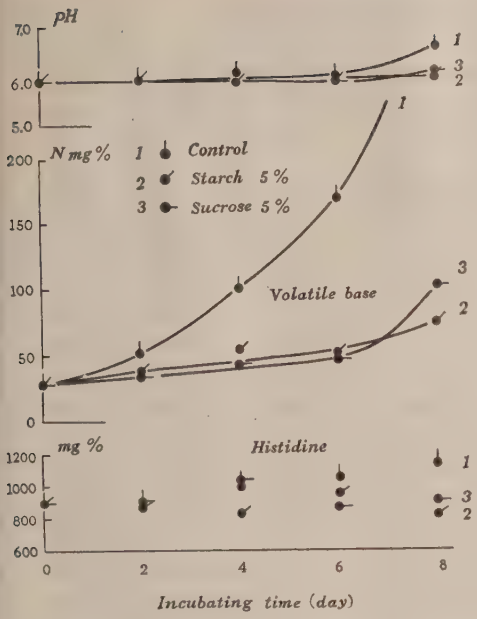



**Fig. 1.** The variations of pH, volatile base nitrogen and histidine in the big-eyed tuna meat added with carbohydrates, stuffed in Ryphan casing, cooked at 85°C. for 2 hrs. and incubated at 30°C.

Curve showing histamine content is absent in this figure, the content being a trace.

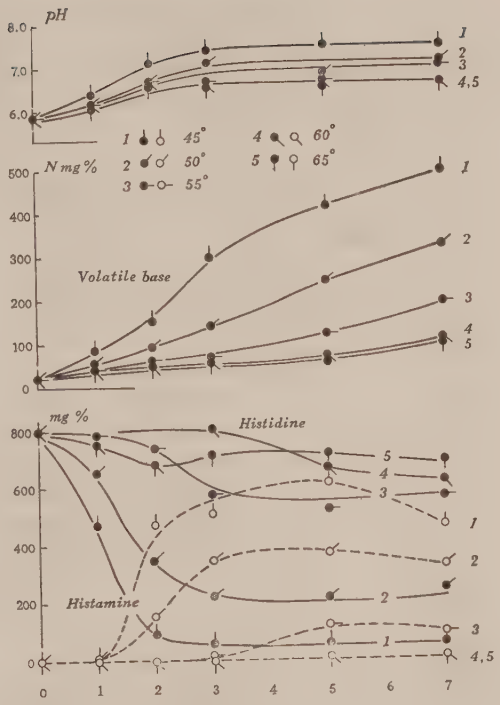



**Fig. 2.** The variations of pH, volatile base nitrogen, histidine and histamine in the big-eyed tuna meat cooked respectively at different temperatures for 2 hrs. in test-tube and incubated at 24°C.

めであろうと考えられるので，次に同じくメバチマグロ（冷凍）挽肉を 10 g ずつ試験管に入れて滅菌綿で栓をし，45°～65°C の温湯中で2時間加熱した後 24°C に貯蔵して腐敗生産物を測定した。結果は Fig. 2. のごとくである。図にみるように加熱温度が高くなるに従つて腐敗生産物の生成が少くなつている。そして 60°C 以上ではきわめて少い。ことにヒスタミンは60°C 以上の加熱ではほとんど増加していない。

ヒスタミンはヒスチジンが細菌に侵されて生成し，その生成量はヒスチジンの含量に支配されるので，ヒスチジン含量の多いものはヒスタミン中毒の危険が多いわけである。それゆえ参考までにいろいろの魚介類のヒスチジン含量を測定した。その結果は表のごとくである。明らかに肉色の濃いものほどヒスチジンの含量が多い傾向がみられる。また同じ魚種では魚体の大きいものほどその含量が多く，血合肉は普通肉よりはるかに少い。

## 考　　察

魚肉が腐敗する時，炭水化物が存在すれば腐敗速度が遅延し，ヒスチジンの分解およびヒスタミンの発生も少いことを前報で報告したが，包装加熱した魚肉の場合にも同様の事実が認められた。ただ包装加熱されたために腐敗速度が全体として遅れているが，これはむしろ当然のことであろう。

包装・加熱した魚肉においてはヒスチジンの分解も起らず，ヒスタミンの発生もみられなかつた。腐敗がいちじるしく進んで液化するようになつてもなおヒスタミンは生成されず，ヒスチジンは恐らく蛋白の分解のためにむしろ増加さえしている。加熱によつてヒスタミン生成細菌が死滅したものと想像される。そこで

**Tabel 1.** Histidine content in various aquatic products.

| Group | Japanese name | English name | Scientific name | Weight g | pH | Volatile base N mg% | Histidine mg% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Red muscle fishes (Surface layer circular fishes) | ソウダガツオ | Bonito | Auxis thazard | 350 | 5.7 | 22.5 | 1,010 |
| | (Bloody muscle) | | | | 5.7 | 23.5 | 433 |
| | ブリ | Yellow-tail | Seriola quinqueradiata | 1,020 | 5.6 | 20.4 | 1,035 |
| | 〃 | 〃 | 〃 | 750 | 5.7 | 21.3 | 972 |
| | (Bloody muscle) | | | | 5.9 | 22.3 | 247 |
| | マサバ | Mackerel | Scomber japonicus | 600 | 5.8 | 25.4 | 802 |
| | (Bloody muscle) | | | | 5.8 | 26.2 | 207 |
| | 〃 | 〃 | 〃 | 450 | 5.8 | 22.7 | 704 |
| | 〃 | 〃 | 〃 | 110 | 5.8 | 20.9 | 428 |
| | マカジキ | Striped marlin | Makaira mitsukuri | 18,750 | 5.7 | 28.4 | 1,320 |
| | メバチ (冷凍) | Big-eyed tuna* | Parathunnas mebachi | 15,290 | 5.9 | 24.3 | 1,010 |
| | サンマ (冷凍) | Mackerel pike* | Cololabis saira | 75 | 6.0 | 20.7 | 1,610 |
| | シイラ | Dolphin | Cayphaena hippuras | 12,370 | 5.7 | 25.1 | 937 |
| | マイワシ | Sardine | Sardinea melanosticta | 75 | 6.0 | 23.3 | 606 |
| Intermediate colour muscle fishes (Middle layer circulating fishes) | マアジ | Horse mackerel | Truchurus japonicus | 260 | 6.0 | 25.3 | 368 |
| | 〃 | 〃 | 〃 | 40 | 6.0 | 22.9 | 302 |
| | 〃 | 〃 | 〃 | 4 | 6.0 | 24.3 | 164 |
| | スズキ | Sea-bass | Lateolabrax japonicus | 650 | 6.1 | 15.0 | 6.9 |
| | カマス | Saury-pike | Sphyraena pinguis | 64 | 6.4 | 21.0 | 170 |
| White muscle fishes (Stationary fishes) | メジナ | Rudder fish | Girella punctata | 60 | 6.7 | 19.7 | 5.5 |
| | サバフグ | (Globe fish) | Lagocephalus lunaris | 355 | 5.9 | 19.8 | 4.7 |
| | 〃 | 〃 | 〃 | 110 | 6.3 | 17.4 | 5.7 |
| | マガレイ (冷凍) | Flat fish* | Limanda herzensteini | 520 | 6.1 | 28.9 | 16.7 |
| | カワハギ | File fish | Stephanolepis cirrhifer | 12 | 6.6 | 24.7 | 4.6 |
| | アカエイ | Whip ray | Dasyatis akajei | 400 | 6.5 | 19.3 | 4.8 |
| | マダイ | Red sea-bream | Pagrosomus major | 100 | 6.4 | 20.3 | 47.7 |
| | ヒラメ | Bastard halibut | Paralichthys olivaceus | 300 | 6.2 | 17.2 | 4.7 |
| | キス | Sillago | Sillago sihama | 67 | 6.4 | 19.3 | 40.3 |
| | ホウボウ | Gumard | Chelidonichthys Kumu | 154 | 6.0 | 16.6 | 7.4 |
| Mollusca | ケンサキイカ | (Squid) | Loligo kensaki | 150 | 6.9 | 19.9 | 29.5 |
| | マダコ | (Octopus) | Polypus vulgaris | 620 | 6.0 | 17.5 | 25.9 |
| | シジミ | Fresh water clam** | Corbicura atrata | 10 | 6.6 | 12.8 | 8.2 |
| | サザエ | Spiny whelk** | Turpo cornutus | 200 | 6.6 | 15.3 | 4.6 |
| | アサリ | Short-necked clam** | Paphia philippinarum | 18 | 6.1 | 11.3 | 8.9 |
| Crustacea | タイワンガザミ | (Blue crab) | Portunus pelagicus | 450 | 6.3 | 23.2 | 26.8 |
| | ガザミ | 〃 | Portunus trituberculatus | 400 | 6.7 | 19.8 | 16.7 |
| | シバエビ | (Shrimp) | Penaeopsis joyneri | 5 | 7.0 | 20.5 | 20.6 |
| | アカエビ | 〃 | Penaeopsis akayebi | 18 | 7.4 | 25.8 | 9.3 |

* Frozen fish, ** Whole edible part

包装魚肉をいろいろの温度に加熱したのち腐敗せしめ，腐敗生産物を調べてみると加熱温度が高くなるほど少くなり，60°C 以上ではヒスタミンの発生はほとんど起らない。これまでに調べられたところによると[4)5)]ヒスチヂン生成細菌は典型的な *Proteus morganii* を始めとしてすべて胞子を作らない海洋性細菌であるから，比較的低温度で死滅することは十分に予想される。魚肉ソーセージの中毒事件がこれまで発見されていないが，このようなことが原因しているのであろうか。

種々の魚類についてヒスチジンの含量を定量した結果，一部はすでに発表[3)]したように，赤身魚類（表層回游性魚類）ではひじように多く 1,000 mg% 以上にも及ぶことがあり，中間色魚類ではるかに少く，白身魚類（定着性魚類）ではひじように少く数 mg% ないし数十 mg% に過ぎない。血合肉は普通肉より少いことが前にも[6)]みられたが，本報でもこれが確認された。軟体類および甲殻類は白身魚類程度できわめて少い。赤身魚類ではヒスチジンはエキス窒素成分の主要部分を占めており，赤身魚類が回游性であるということから考え合わせて，ヒスチジンは魚類の運動性と関連しているようにみえる。しかしそれにしても運動性または呼吸と関連があるとみられている血合肉にヒスチジンが少いのはどうしてであろうか。

## 要　　約

1) 炭水化物が共存すれば包装・加熱した魚肉の場合でも腐敗が遅れる。
2) 60°C 以上に加熱した包装魚肉では腐敗してもヒスタミンが生成しない。
3) ヒスチジン含量は赤身魚類に多く，しかもその量は驚異的であり，肉色が淡くなるに従つて少く，白身魚類では微量にすぎない。
4) 軟体類および甲殻類もヒスチジン含量はきわめて少い。

## 文　　献

1) 清水亘・東與光・石川勉：京大食研報告，**10**，78，(1952).
2) 木俣正夫・河合章：京大食研報告，**6**，23，(1951).
3) 清水亘・池田静徳・黒川慶昭：同，**12**，49，(1953).
4) M. KIMATA and M. TANAKA: Memoirs of Res. Inst. Food Sci. Kyoto Univ. **7**, 12, (1954).
5) 河端俊治・石坂公成・三浦利之・佐々木忠尚：日水会誌，**22**，41，(1956).
6) 清水亘・日引重幸：日水会誌，**20**，206，(1954).
7) 遠藤金次・清水亘：日水会誌，**21**，127，(1955).

# 薬品入り氷の砕氷の融解過程に於ける融水中の薬品濃度の推移

## クロルテトライサクリン入り氷に就いて

東 克巳・高塚 暹・俵 正・篠野雄一・藤井道子
(大洋漁業株式会社 東京研究所)

# Questions to the Availability of Ice as Carrier of Chemical Preservatives. An Examination with Chlortetracycline.

Katsumi Higashi, Noboru Takatsuka, Tadashi Tawara, Yuichi Sasano and Michiko Fujii

The form of application of chemical preservatives as carried by ice is conceived to betray in process of thaw a serious fault in availability owing to their *heterogeneous* distribution, in a strict senese of the word, in a block of ice, even if a precaution has been taken to maintain uniform distribution of the preservatives.

To verify the said conception, a brief experiment was undertaken, using a chlorine free ice loaded with C. T. C. hydrochloride and sometimes with carboxy methyl cellulose (C. M. C.) in addition, under the conditions which were adjusted as closely as possible to those prevailing in an ice-room on board. Concentration drift of C. T. C. was followed-up by submitting the differential melts to bioassay, which came separating from the ice in succession.

Despite of the bulk uniformity of C. T. C. distribution found for a lot of crushed ice (cf. Table 1), C. T. C. concentration in the differential melts obtained in early stage of thaw proved to be higher than the initial bulk concetration in support of the authors' view that a portion of ice locally heavily loaded with C. T. C. is to make the first drainage that departs from the ice. The C. T. C. concentration in successive melts went decreasing by degrees, attaining already to the half of initial bulk concentration when the ice melted by some 40% and finally to about one third in the present conditions of experiment. Additional loading of ice with C. M. C. as protective colloid for securing a fine dispersion of C.T.C. hydrochloride proved to be of little effect on the above tendency of concentration drift, again in favor of the view that the rapid loss of C. T. C. might results from heterogeneous distribution of C.T.C. in the block of ice, for unlike eutectic mixture or solid solution, even the suspension-like distribution of C.T.C. does not make homogeneous composition of ice.

In order to summarize the experimental data, a tentative formula was worked out as follows, which allowed the preservative availability of an ice loaded with C.T.C. to be appraised throughout the cource of thaw:

$$C = b + \frac{a}{x} < 6.8 \times 10^3$$

wherein $C$ stands for the concentration of C. T. C. hydrochlorid (ppm) in the differential drainage from thaw at the moment when the thaw has grown up to $x$ percent of initial weight of the ice, $a$ and $b$ being parameters. (In the present experiment, for instance, $a = 27.0$ and $b = 1.20$ for an ice originally loaded with both C. T. C. and C. M. C. by 5 ppm and 15.2 ppm, respectively.).

The so-called C. T. C. ice, may it appear as a happy idea and handy for preservative use, is not actually free from the demerit of being apt to be seriously reduced in availability when the ice is obliged to be reserved long aboard for coming into application on a far distant fishing ground.

1958 年 10 月 6 日受理

In application of a chemical preservative like C. T. C. for keeping the freshness of fish, it is recommended that for instance, fish should be dipped in or sprinkled with the solution of the preservative, or wrapped in preservative coated paper, while ice itself should be used for cooling only.

The solubility of chlortetracycline hydrochloride in water was measured on this occasion; it has been declared by the present authors to be 6.8 mg per g. of water at 0°C.

一般に漁船の魚艙に積込まれた砕氷は漁獲物を収容するときなど以外には，ほぼ一定速度で緩慢に融解するものと見てよいと思う。これが薬品入り氷の場合には，融水の氷点降下の影響で，氷は薬品の濃密な部分から先に融解し，氷が発揮する薬品効力を終始不変に保ち得ないのではないかと考える。

注意して造つたクロルテトラサイクリン（C.T.C. と略す）入り氷を砕氷にしたものは，これを積分的に見るならば，何れの部分もほぼ均等な濃度であることが Table 1 に示す緒方氏の測定成績[1]によつて窺える。

**Table 1.** Distribution of C. T. C. in Crushed Block Ice Frozen with C. T. C.
Analysed by Dr. K. OGATA, Instu. for Fermentation, Osaka.

| Lot No. | C.T.C. γ./g. in melted Ice | | Calculation | |
|---|---|---|---|---|
| | Before Half | After Half | Diff. | |
| No. | $C_1$ | $C_2$ | $C_1-C_2$ | $(C_1-C_2)^2$ |
| 1 | 1.9 | 1.2 | 0.7 | 0.49 |
| 2 | 1.2 | 1.4 | −0.2 | 0.04 |
| 3 | 2.5 | 1.1 | 1.4 | 1.96 |
| 4 | 1.5 | 1.1 | 0.4 | 0.16 |
| 5 | 1.5 | 1.5 | 0 | 0 |
| 6 | 1.4 | 1.2 | 0.2 | 0.04 |
| 7 | 1.4 | 1.0 | 0.4 | 0.16 |
| 8 | 1.2 | 1.4 | −0.2 | 0.04 |
| 9 | 1.2 | 1.2 | 0 | 0 |
| 10 | 1.4 | 1.1 | 0.3 | 0.09 |
| 11 | 1.2 | 1.1 | 0.1 | 0.01 |
| 12 | 1.1 | 1.1 | 0 | 0 |
| 13 | 1.4 | 1.1 | 0.3 | 0.09 |
| 14 | 1.6 | 1.3 | 0.3 | 0.09 |
| 15 | 1.1 | 0.9 | 0.2 | 0.04 |
| Sum. | 21.6 | 17.7 | 3.9 | 3.21 |

By Statistical treatment:
$V=0.156$, $F_0=6.5^* > F'_{14}(0.05)=4.60$

この成績は C.T.C. 入りの 135 kg の角氷を砕氷機で砕き，15 のロットに区分して，冬の室温で自然に融解させ，一夜で得た前半と更に半日を費して得た後半の融水を別々に測つたものであつて，測定値全体の棄却限界は 1.3±0.63 となり，ロット No. 3 の前半以外は何れもこの狭い間隔内に揃うが，ここに見逃せないことは各対応する前半よりも後半の方が有意に薄いことである。すなわち氷塊中で薬品の分散は均等でも，これが逐次融出するとき，融水中の薬品濃度はその末期ほど薄くなる。元来，この2成分系の漁業用氷の成分比は共融点などの配合を相律的に選んだものではないのであるから，氷は融点の異なる異種の固相の不均質な集合体である。従つて上記成績は融水に氷点降下の起る部分が先に融け出したためと解釈する。

この現象は漁船に C.T.C. 入り氷を積込んだ場合にも起る筈で，融水中の C.T.C. 濃度は初め高く以後逐次低減するであろう。吾々はこの現象を追求する目的で，分散に注意して製氷した C.T.C. 5 ppm 入り角氷の砕氷を緩慢に融解させ，融水中の C.T.C. 濃度の推移を調べ，予想通りの結果を得たので報告する。

角氷中における C.T.C. の分散について TARR[2] は保護コロイドの添加を推奨したが，梅沢・山崎氏[3]は分散剤を加えないでも砕氷したものは殆んど均等になることを明らかにしている。本実験ではこれに倣つて砕氷し，それを数区に区分して砕氷群の濃度のバラ付きの程度を確めながら，そのバラ付きの範囲内での実験の繰返しを重ねて融解実験を行つた。先ず C.T.C. のみを入れた2成分氷を，次いで保護コロイドとして C.M.C. (carboxy methyl cellulose) を更に加えた3成分氷について実験した。

## 実　　験

**製　氷**　2成分氷。昭和32年8月5日，当社東京冷凍工場において，135 kg 氷缶に水道水を充たし，チオ硫酸ソーダ[4]を 5 ppm 添加して5分間通気攪拌を行つて水道水中の遊離塩素を分解し，C.T.C. が分解されるのを予防した。次に 5 ppm に当る純塩酸 C.T.C. を溶かして再び5分間通気し，濃度検定用試料を採つた後通気を止めて製氷した。この原料水中の C.T.C. 濃度は *Bac. cereus no.* 5 を用いて bioassay[5]

で分析した結果 4.6γ/g であつた。ブライン温度は零下 10～12°C，3日後に完全結氷した角氷を抜いて貯氷庫に1日置き，砕氷機で砕いて直ちに融解実験に供した。

3成分氷。C.M.C. を 15.2 ppm 添加して上記同様に 5 ppm の C.T.C. 入り氷を製り砕氷して融解実験に供した。

**融　解**　実験は冷蔵庫前室内で行つた。角氷1本を砕氷してその約半量をとり，これを2成分氷の場合は底部に融水流出孔を有する 30 l 容のビニール袋 15 ケに，3成分氷の場合は5区に夫々配分し，経日的に，各区毎の融水量を測ると共に，別に数ccの融水を集めてその時期の C.T.C. 瞬間濃度として前記 bioassay によつて測定した。室温は終始 2°C に維持し，融解は 17 日間で終えた。

**Table 2.** Concentration Change of C.T.C. in the Thaw Water of Crushed Block Ice Containing C.T.C. without C.M.C.

| Lot No. \ Remarks | Days elapsed 2 | | 4 | | 6 | | 8 | | 10 | | 12 | | 14 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* |
| 1 | 1.2 | 5.9 | 2.0 | 3.9 | 2.6 | 2.9 | 3.2 | 2.1 | 4.1 | 2.3 | 4.6 | 2.2 | 5.0 | 1.5 |
| 2 | 1.1 | 4.6 | 1.9 | 2.3 | 2.5 | 2.2 | 3.1 | 1.3 | 3.9 | 1.9 | 4.6 | 1.4 | 5.1 | 1.4 |
| 3 | 1.6 | 4.6 | 2.6 | 2.1 | 3.2 | 1.9 | 3.7 | 1.2 | 4.4 | 1.1 | 4.7 | 0.9 | 5.0 | 0.8 |
| 4 | 1.6 | 3.1 | 2.5 | 2.3 | 2.8 | 1.9 | 3.2 | 1.5 | 4.0 | 1.6 | 4.6 | 1.1 | 5.0 | 1.2 |
| 5 | 1.0 | 5.8 | 1.6 | 4.4 | 1.9 | 2.7 | 2.2 | 2.3 | 2.7 | 1.2 | 3.1 | 2.0 | 3.8 | 1.3 |
| 6 | 1.0 | 5.5 | 1.6 | 3.4 | 1.9 | 2.4 | 2.3 | 2.4 | 3.1 | 1.4 | 3.8 | 1.2 | 4.3 | 1.2 |
| 7 | 0.8 | 4.7 | 1.3 | 4.4 | 1.5 | 1.9 | 1.9 | 2.5 | 2.8 | 0.8 | 3.2 | 1.1 | 3.4 | 0.9 |
| 8 | 1.1 | 3.4 | 1.9 | 1.7 | 2.5 | 1.7 | 3.1 | 1.6 | 3.9 | 1.0 | 4.4 | 2.4 | 4.6 | 0.8 |
| 9 | 1.5 | 2.7 | 2.6 | 2.2 | 3.3 | 1.5 | 4.1 | 0.9 | 5.2 | 0.7 | 5.5 | 0.6 | 5.7 | 0.7 |
| 10 | 1.5 | 3.0 | 2.5 | 2.9 | 3.0 | 2.2 | 3.6 | 1.2 | 4.4 | 0.8 | 4.7 | 1.2 | — | — |
| 11 | 1.1 | 3.2 | 1.8 | 3.9 | 2.1 | 2.8 | 2.4 | 1.8 | 3.1 | 1.7 | 4.6 | 1.9 | 5.7 | 1.9 |
| 12 | 2.1 | 3.1 | 3.3 | 1.5 | 3.9 | 2.3 | 4.6 | 1.5 | 5.7 | 1.9 | 6.4 | 2.0 | 6.9 | 1.9 |
| 13 | 1.0 | 2.7 | 1.6 | 2.7 | 1.9 | 2.4 | 2.3 | 2.0 | 3.0 | 1.9 | 3.7 | 2.0 | 4.1 | 1.2 |
| 14 | 1.3 | 3.6 | 1.7 | 2.6 | 2.0 | 1.9 | 2.5 | 2.1 | 3.3 | 1.6 | 4.2 | 2.4 | 4.6 | 1.6 |
| 15 | 1.2 | 3.5 | 1.7 | 2.4 | 1.8 | 1.8 | 2.3 | 2.2 | 3.1 | 1.4 | 3.8 | — | 4.1 | 1.9 |

Remarks, *V*: Total Volume of Melt (Litres)
*C*: Momentary Concentration of C.T.C. in the Thaw Water (γ./g.)

**Table 3.** Concentration Change of C.T.C. in the Thaw Water of Crushed Block Ice Containing C.T.C. and C.M.C.

| Days elapsed \ Lot No. \ Remarks | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* | *V* | *C* |
| 1 | 1.0 | 5.0 | 1.0 | 4.0 | 1.0 | 4.3 | 1.0 | 4.0 | 1.0 | 4.3 |
| 2 | 1.6 | 4.1 | 1.7 | 3.0 | 1.6 | 2.7 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 2.2 |
| 3 | 2.0 | 3.3 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 2.6 | 1.8 | 2.0 | 1.8 | 2.4 |
| 4 | 2.5 | 3.3 | 2.6 | 2.2 | 2.5 | 2.6 | 2.2 | 2.0 | 2.1 | 2.8 |
| 5 | 3.7 | 2.3 | 3.7 | 2.3 | 3.5 | 2.7 | 3.2 | 2.8 | 3.0 | 2.6 |
| 6 | 4.5 | 2.3 | 4.4 | 2.5 | 4.3 | 2.2 | 3.8 | 2.4 | 3.6 | 2.2 |
| 7 | 5.5 | 2.1 | 5.4 | 1.8 | 5.3 | 2.1 | 4.6 | 2.1 | 4.4 | 1.8 |
| 9 | 8.1 | 1.9 | 7.8 | 1.9 | 7.9 | 1.6 | 7.0 | 1.6 | 6.6 | 1.8 |
| 10 | 8.3 | 1.2 | 8.0 | 1.6 | 8.1 | 1.6 | 7.1 | 1.2 | 6.8 | 0.9 |
| 13 | 9.1 | 1.6 | 8.7 | 2.1 | 8.9 | 1.8 | 7.7 | 1.9 | 7.3 | 0.9 |
| 14 | 10.0 | 1.1 | 10.1 | 1.2 | 10.4 | 1.1 | 9.5 | 0.6 | 8.9 | 1.1 |
| 15 | 10.8 | 1.3 | 10.8 | 1.3 | 11.0 | 1.4 | 11.6 | 1.3 | 10.8 | 1.1 |

Remarks, *V*: Total Volume of Melt (Litres)
*C*: Momentary Concentration of C.T.C. in the Thaw Water (γ./g.)

**C.T.C. の溶解度の測定**　融水中の C.T.C. 濃度の最高値は理論上，0°C の溶解度に等しくなる訳である。0°C の蒸溜水に対する C.T.C. 塩酸塩の溶解度については文献がないので，これを次のごとくして測り約 6.8 mg/g と得た。氷水の恒温槽中で，塩酸 C.T.C. の純末* と平衡させた水溶液 20 g を精秤し蒸発乾固して 0.1365 g と 0.1360 g を得た。

**結　果**　2成分氷と3成分氷との夫々各区の融水につき，刻々の C.T.C. 濃度と融水量とを測つた結果は Table 2 及び3のごとくである。

上記結果から見て薬品の分散は良好である。実験は各区試料ほぼ

* 力価 1005 μ/mg と検定付きのオーレオマイシン末。

等量であり，融解条件も同一であるので，融水量を各区の最初の氷量に対する割合（$x$%）に換算して，これと刻々の濃度（$C\gamma$/g）との関係を図示すると Fig. 1 及び 2 のごとくになる。

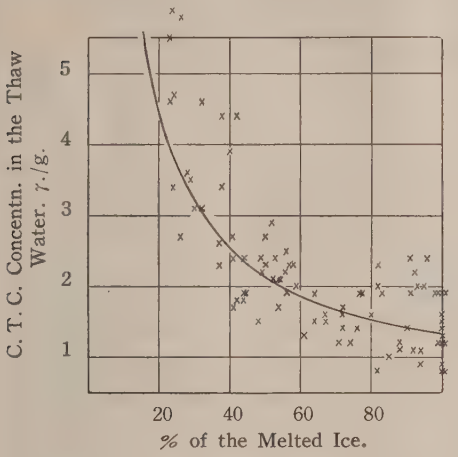



**Fig. 1.** Concentration Change of C.T.C. in the Melt of Crushed Block Ice Containing C.T.C.

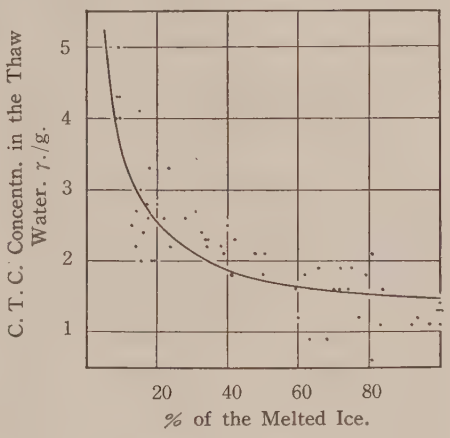



**Fig. 2.** Concentration Change of C.T.C. in the Melt of Crushed Block Ice Containing C.T.C. & C.M.C.

## 考　　察

分散良好な C.T.C. 入り氷を砕氷して更に薬品の分布を均等にしたものと雖も，これを緩慢に融解させるときは保護コロイドの有無に拘わらず，融水中の薬品濃度は融解の進行と共に低減することが実証された。濃度 $C$ を $x$ の函数として表わせば理論的には指数函数になると思われるが，便宜上 $C = b + a/x$ として実験式を求めると，3成分氷については Fig. 2 に示す測点から（1）式を得る。Fig. 2 の曲線はその計算値を示す。C.T.C. の溶解度から（1）式は $C < 6.8 \times 10^3 \gamma$/g の範囲に成立するものであることが了解される。この関係からその $x$ の限界を求めると $4 \times 10^{-3}$% となり，これ以下では $C$ は飽和に達して一定となる筈である。従つて（1）式を $x$ の上記範囲に積分し，飽和濃度の範囲を加算して全体の平均濃度を計算すれば $5\gamma$/g となり，製氷時の仕込濃度に一致する（実船では環境条件のため飽和にはなるまい）。

本実験では，最初の氷の 15% が融けたとき融水中の薬品濃度は仕込濃度以下になり，40% が融けたときには半減した。この現象はそのままの数字で漁船に再現されるとは限らないが，C.T.C. 入り氷を積込めば当然起る筈であつて，若し漁獲物の収容が長時日の航海後になる場合などには，氷の発揮する薬品効力は遙かに低減し所期の効果は望めなくなると思う。これに関連し，吾々は氷に添加した各種薬品の効果について，実験室と実際面との成績に一致しない点のあることを経験している。その原因は砕氷する時と漁獲物収容の時との間に実験室では概ね時間差が無いが，実際面では大なる時間間隔があり，魚体に注ぐ薬品濃度に差異ができたことにもあつたと考えたい。

この現象は異物を添加して製る氷で，全体が共融物等を生成する場合以外には避けられないことで，決して C.T.C. に限つたことではない。薬品の分子量が小なる程，使用濃度が大なる程この傾向は増大するであろう。これは薬品入り氷各種に通ずる欠点である。

## 結　　論

1. 船艙における薬品入り氷の融解の模型として，その砕氷を緩慢に融解させ，融出する溶液の濃度が順次低減する模様を C.T.C. 入り氷について研究した。

2. 融水中の C.T.C. の濃度は融解開始の頭初が最大で以後順次低減する。その低減の速度は最初が急激

で以後順次緩慢となる。これらの現象は氷に保護コロイドとして 15 ppm 程度の C.M.C. を加えても阻止できない。

3. C.M.C. を共存させた3成分氷の場合のこの関係につき，本実験では次の実験式を得た。

$$C = \frac{27.0}{x} + 1.2 < 6.8 \times 10^3 \qquad (1)$$

但し　$C$; 融水中の C.T.C. 濃度，γ/g

$x$; 各区最初の氷量に対する融水量の割合，%

パラメーターの数値は氷と融解条件とによつて変る。

4. 魚の品質保持用薬品の使用法として，薬品入り氷は簡便の点で優れているが，魚体に接触せずに流失或いは残留する量を皆無にできないのみならず，漁船に積込んだ砕氷は時間の経過と共に効力が減退する欠陥を有する。従つてこれら薬品の使用法として薬品入り氷の形態を採るのは不得策である。

寧ろ薬品は溶液にして魚体に撒布，浸漬するか或いは紙布に塗つて魚体を包む等，他に適当な使用手段を選ぶべきであつて，漁業用氷は飽くまでも本来の冷却目的にのみ用うべきものであると考える。

終りに，本研究報告に氷の融水中の C.T.C. 濃度測定の未発表成績の引用を許された財団法人醱酵研究所の緒方浩一農学博士に深甚なる謝意を表すると共に，オーレオマイシンを提供された日本レダリー株式会社に，また製氷，砕氷に援助を頂いた有ケ谷正氏に深謝する。

## 文　　献

1) 緒方浩一: 大阪醱酵研究所，未発表.
2) TARR, H. L. A. *et al*: *Progress Reports of the Pacific Coast Stations*, No. 102, p. 14～6, (1955).
3) YAMAZAKI, S. UMEZAWA, H. *et al*: *J. of Antibiotics Japan*, A. **10**, (3), p. 87, (1957).
4) 俵正・篠野雄一: 本誌, **22**, 721, (1957), **23**, 315, (1957).
5) KOHLER, A. R. *et al*: *Antibiotics Annual*, 1953/1954, p. 409. (1954).

# Chemical Studies on the Volatile Constituents of Seaweed—XIV.*
# On the Volatile Constituents of *Laminaria* sp. (2)

Teruhisa Katayama
*(Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University)*

It was shown in the preceding paper[1] that the paper chromatography of the sodium hydrogen carbonate soluble portion, responsible for the unpleasant odor of *Laminaria* sp., revealed the presence of formic, acetic, propionic, butyric, valeric, caproic, and capric acids. Further, this fraction was submitted to silica gel column chromatography[2], with isooctane as the mobile phase, and each fraction obtained therefrom was identified as a p-bromphenacylester, indicating the presence of acetic, propionic, butyric, isovaleric, n-caproic, and caprylic acids. The carbonyl fraction, responsible for the aroma of *Laminaria* sp., was submitted to a chromatoplate, fractions obtained were derived into 2.4-dinitrophenylhydrazones, and these were submitted further to column chromatography, revealing the presence of benzaldehyde, n-valeraldehyde, and cis-and trans-forms of 2.4-dinitrophenylhydrazone of furfural[1]. In the present study, the presence of cis-and trans-forms of 2.4-dinitrophenylhydrazone of $\alpha$-methylfurfural was confirmed from elemental analyses and infrared absorption spectra. The terpene fraction, also responsible for aroma of *Laminaria* sp., was found to contain furfuryl alcohol, 1:8-cineol, linalool, geraniol, and eugenol by the fractional distillation followed by a chromatostrip separation.

## Experimental

The sample *Laminaria* sp. was collected on the sea bed near Kushiro Village in Hokkaido, in 1957, and air dried. A 80 kg. aliquot was submitted to steam distillation and the distillate was saturated with sodium chloride and extracted with ether. On evaporation of the ether extract after drying was remained a crude oil. The oil was fractionated into amine, $NaHCO_3$-soluble (free fatty acid fraction), KOH-$NaHCO_3$-soluble (free fatty acids obtained by saponification with potassium hydroxide), KOH-$Na_2CO_3$-soluble (higher fatty acid fraction), KOH-soluble, $NaHCO_3$- and $Na_2CO_3$-insoluble (phenol fraction), $NaHSO_3$-soluble (carbonyl fraction), and terpene fractions by the methods already described in parts I[3], II[4], III[5] and XIII[1] of this studies.

*Received Oct. 10, 1958*

* The previous report—XIII. This Bulletin **24**, 346, 1958.

I. **Identification of Acetic, Propionic, Butyric, Isovaleric, n-Caproic, and Caprylic Acids from the $NaHCO_3$-Soluble Fraction:**

The crude oil left after removal of the amine fraction was repeatedly shaken with a sodium hydrogen carbonate solution. Acidification of the soluble fraction with a dilute hydrochloric acid solution made the fraction to separate into a water-insoluble oily fatty acid fraction and a water-soluble, fatty acid fraction. The oily fatty acid was dissolved in ether, washed three times with saturated sodium chloride solution, dried, and the ether was evaporated (Acid-I). The aqueous solution containing water-soluble fatty acids was saturated with sodium chloride, repeatedly extracted with ether, and the ether was evaporated after drying (Acid-II). Each iso-octane solution of acid-I and acid-II was separately poured over a column[2] (1.5×30 cm.) filled with silica gel. The rate of flow was adjusted to 1 cc. per minute by applying a pressure of 20 cm. Hg of nitrogen gas, and a 5 cc-aliquot of the effluent was collected. Each effluent was titrated with 0.02 N ethanolic potassium hydroxide. The Chromatogram of acid-I and acid-II are shown in **Figs. 1** and **2.**

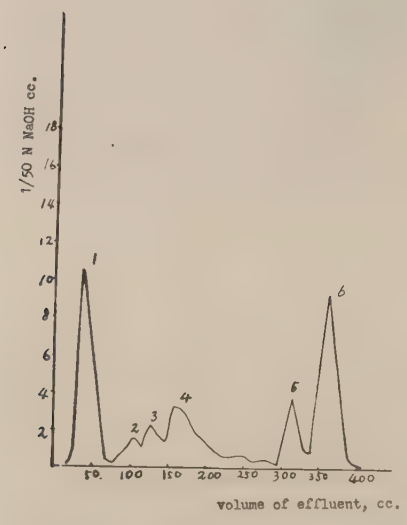



**Fig. 1.** Chromatographic separation of acid-I.

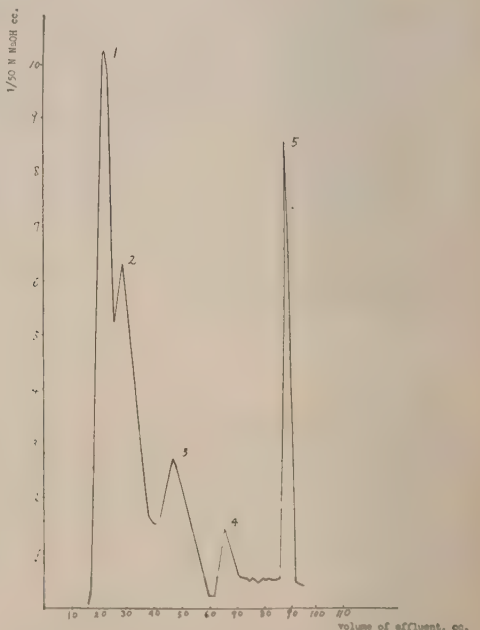



**Fig. 2.** Chromatographic separation of acid-II.

The sodium salts of fatty acid separated by column chromatography were characterised by the melting point, infrared absorption spectra and elementary analysis of their p-bromphenacylester.

1) **Acid-I-1;** p-Bromphenacylester, m.p. 73–75°C

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anal: | Sample: | 2.956 mg. | Found |
| | $CO_2$: | 6.663 mg. | C, 61.51% |
| | $H_2O$: | 2.036 mg. | H, 7.71% |

The infrared absorption spectrum of this p-bromphenacylester is shown in **Fig. 3.** Examination on this substance is still in progress.

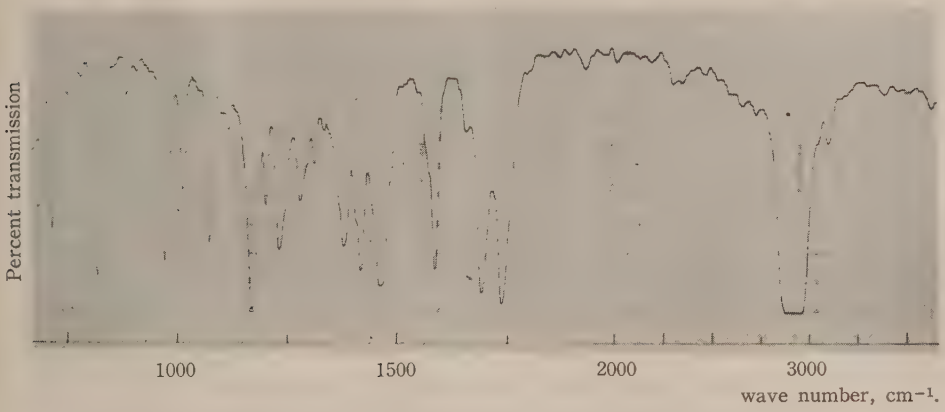



**Fig. 3.** The infrared absorption spectrum of Acid-I-1.

2) **Acid-I-2; Identification of Caprylic Acid.**

Its p-bromphenacylester, m.p. 65–65°C, showed no depression in the melting point on being admixed with p-bromphenacylester of pure caprylic acid (m.p. 65–66°C). Since the infrared spectra of these two esters were identical, the presence of caplyric acid was confirmed.

3) **Acid-I-3; Identification of Caproic Acid.**

p-Bromphenacylester, m.p. 67–68°C, showed no depression in the melting point on being admixed with p-bromphenacylester of pure caproic acid (m,p. 71–72°C). The infrared absorption spectra of these two esters were also identical.

4) **Acid-I-4; Identification of Isovaleric Acid.**

Its p-bromphenacylester, m.p. 64–65.5°C, showed no depression of the melting point on being admixed with p-bromphenacylester of isovaleric acid (m.p. 65.5–67.5°C).

5) **Acid-I-5; Identification of Propionic Acid.**

The melting point of its p-bromphenacylester (56–57°C) remained underpressed on admixing p-bromphenacylester of propionic acid (m.p. 56–57.5°C).

6) **Acid-I-6; Identification of Acetic Acid.**

No change in the melting point of its p-bromphenacylester (81–82°C) was observed on admixing p-bromphenacylester of acetic acid (m.p. 83–84°C).

7) **Acid-II-1**

p-Bromphenacylester, m.p. 96.5–70.5°C.

Anal.

| | | |
|---|---|---|
| Sample; | 2.863 mg. | Found |
| $Co_2$: | 5.565 mg. | C, 53.04% |
| $H_2O$: | 1.619 mg. | H, 6.33% |

The infrared absorption spectrum of this ester is shown in **Fig. 4.** Detailed examination on this substance is being made.

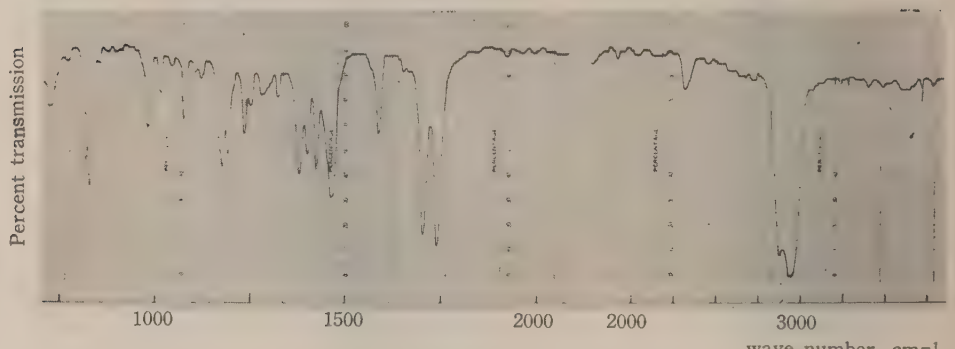



**Fig. 4.** The infrared absorption spectrum of Acid-II-1.

8) **Acid-II-2: Identification of Isovaleric Acid.**

Its p-bromphenacylester, m.p. 64–65°C, showed no depression in the melting point on being admixed with the p-bromphenacylester of isovaleric acid (m.p. 66.5–67.5°C).

9) **Acid-II-3: Identification of Butyric Acid.**

Its p-bromphenacylester showed no depression of the melting point (m.p. 58–59°C) on admixing p-bromphenacylester of butyric acid (m.p. 62–63°C). Infrared absorption spectra of the two esters were also in good agreement.

10) **Acid II-4: Identification of Propionic Acid.**

The melting point of its p-bromphenacylester (m.p. 54–55.5°C) remained undepressed on being admixed with p-bromphenacylester of propionic acid (m p. 56 57.5°C). Their infrared absorption spectra were identical.

11) **Acid II-5: Identification of Acetic Acid.**

The melting point of its p-bromphenacylester (m.p. 79–80°C) did not change on admixing the p-bromphenacylestes of acetic acid (m.p. 83–84°C). The infrared absorption spectra of the two esters were also identical.

12) **Content of Fatty Acid.** The amounts of fatty acids isolated from 20 kg. of the sample by column chromatography were as follows:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Caprylic acid | 155 mg. | Butyric acid | 142 mg. |
| n-Caproic acid | 197 mg. | Propionic acid | 430 mg. |
| Isovaleric acid | 131 mg. | Acetic acid | 380 mg. |

II. **Identification of trans- and cis-Forms of 2.4-Dinitrophenylhydrasone of α-Methylfurfural.**

The carbonyl fraction was submitted to a chromatoplate and the plate was sprayed with a sulfuric acid solution of 2.4-dinitrophenylhydrazine[7]. Three 2.4-dinitrophenylhydrazones bands were noted at Rf 0.17 (red), 0.27 (red), and 0.47 (orange). Each band was extracted with benzene and benzene solution was passed through a chromatographic column with alumina as adsorbent. From the band of Rf 0.47, 2.4-dinitrophenylhydrazones of benzaldehyde and n-valeraldehyde were obtained. From the band of Rf 0.17, cis- and trans-forms of furfural 2.4-dinitrophenylhydragone were obtained. The band of Rf 0.27 afforded two kinds of 2.4-dinitrophenylhydrazones[1], i.e., the 2.4-dinitrophenylhydrazone of α-methylfurfural, m.p. 221–223°C, and another hydrazone of m.p. 202–203°C, which gave the following analytical values.

| Sample: 3.190 mg. | found | Calcd. for 2.4-dinitrophenylhydrazone of α-methylfurfural |
|---|---|---|
| $CO_2$: 5.794 mg. | C, 49.56% | C, 49.68% |
| $H_2O$: 0.981 mg. | H, 3.44% | H, 3.45% |

The analytical values obtained agree with those of α-methylfural 2.4-dinitrophenylhydrazone (m.p. 221 223°C) reported in the preceding paper[1], but the infrared absorption spectra of the two do not agree, as is apparent from **Figs. 5** and **6.** Therefore, these

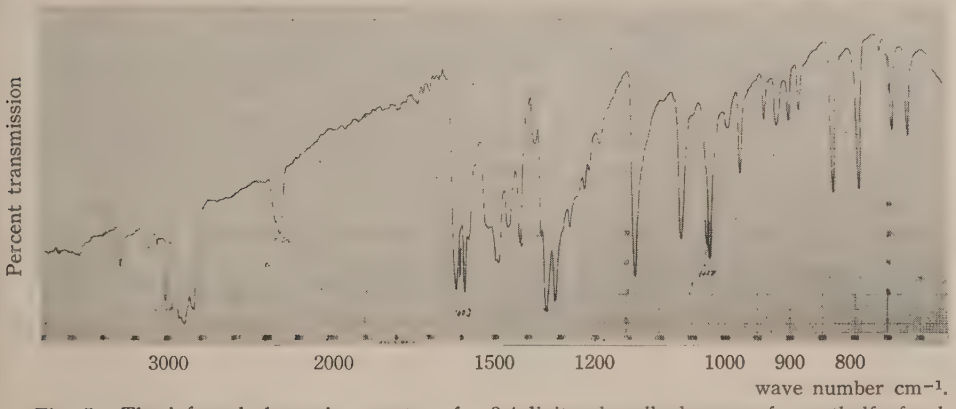



**Fig. 5.** The infrared absorption spectra of a 2.4-dinitrophenylhydrazone of α-methylfrufural (m.p. 221–223°C).

two substances must be isomers, and since there were cis- and trans- isomers in the dinitrophenylhydrozone of furfural[1], these must also be cis- and trans-isomers of α-methylfurfural 2.4-dinitrophenylhydrazone. In order to prove this point, a commercial preparation of α-methylfurfural was distilled ($b.p._{15}$ 56–57°C) and purified as a 2.4-dinitrophenylhydrazone in exactly the same manner by which two hydrazones of m.p. 222–223°C and of m.p. 201–202°C were obtained. Admixture of these hydrazones with the respective hydrazones obtained as above showed no depression of the melting point and it was confirmed that the 2.4-dinitrophenylhydrazone of α-methylfurfural described

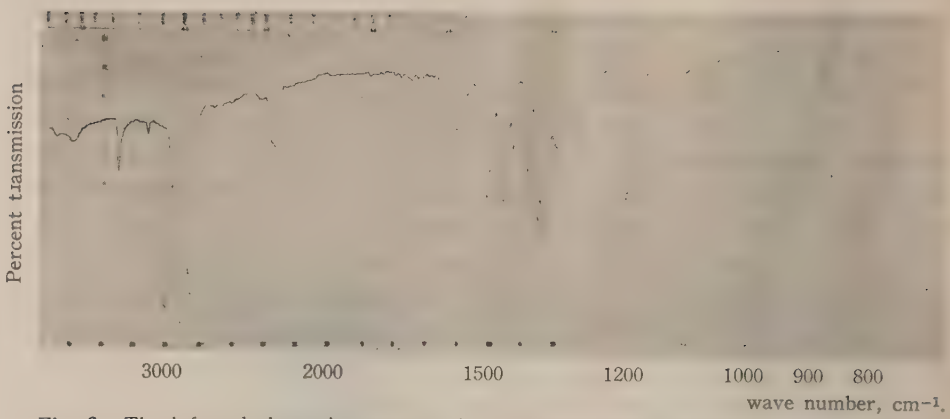



**Fig. 6.** The infrared absorption spectra of a 2.4-dinitrophenylhydrazone of m.p. 202 203°C.

in the preceding paper[1] was the cis-form, and that of m.p. 202–203°C, trans-form.

III. **Terpene Fraction.** The neutral oil left after removal of the amine, free and higher fatty acid, phenol, and carbonyl fractions was fractionated with the Widmer micro-fractionation apparatus improved by the author[8]. The result of fractionation is listed in **Table 1.**

**Table 1.** Result of fractional distillation.

| No. | mm. Pressure | °C b.p. | $N_D^{25}$ | Yield g. | Colour | Reaction for S |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 15 | – 40 | 1.4706 | 0.3 | Light-yellow | + |
| II | 〃 | 41– 50 | 1.4716 | 0.7 | 〃 | + |
| III | 〃 | 51– 60 | 1.4737 | 1.2 | 〃 | + |
| IV | 10 | – 60 | 1.4773 | 0.07 | Light-brown | + |
| V | 〃 | 61– 70 | 1.4782 | 0.2 | 〃 | – |
| VI | 5 | – 70 | 1.4795 | 1.3 | Brown | – |
| VII | 〃 | 71– 80 | 1.4776 | 2.0 | 〃 | – |
| VIII | 〃 | 81– 90 | 1.4790 | 1.0 | 〃 | – |
| IX | 3 | – 80 | 1.4799 | 0.09 | 〃 | – |
| X | 〃 | 81– 90 | 1.4841 | 1.8 | 〃 | – |
| XI | 〃 | 91–100 | 1.4893 | 1.2 | 〃 | – |
| XII | 〃 | 101–110 | 1.4911 | 1.7 | 〃 | – |
| XIII | 〃 | 111–120 | 1.4812 | 1.5 | 〃 | – |
| XIV | 2 | 111–120 | 1.4776 | 1.2 | 〃 | – |
| XV | 〃 | 121–130 | 1.4831 | 1.6 | 〃 | – |
| XVI | 〃 | 131–140 | 1.4848 | 1.8 | 〃 | – |
| XVII | 〃 | 141–150 | 1.4853 | 1.4 | 〃 | – |
| XVIII | 〃 | 151–160 | 1.4949 | 2.3 | 〃 | – |
| XIX | 〃 | 161–170 | 1.4981 | 1.1 | 〃 | – |
| XX | 〃 | 171–180 | 1.4897 | 0.7 | 〃 | – |

**Table 2.** Fractionation of neutral compounds with chromatostrip.

| No. | b.p. °C | Pressure mm. Hg. | Rf value | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | – 40 | 15 | purple 0.12 | | pink 0.23 | | purple 0.30 | yellow 0.34 | | | pink 0.45 | | pink 0.55 | purple 0.64 | | | | | | | |
| II | 41– 50 | 〃 | 0.13 | | 0.22 | | 0.29 | 0.34 | | | 0.44 | | 0.54 | 0.63 | | | red | | | | |
| III | 51– 60 | 〃 | furfuryl | | | | | 0.34 | | | 0.45 | | 0.54 | | | | 0.73 | | | | |
| IV | – 60 | 10 | alcohol | | | | | 0.34 | | | 0.45 | | 1:8-cineol | | | | 0.73 | | | | |
| V | 61– 70 | 〃 | | | | | | 0.34 | | | 0.45 | | | | | | 0.73 | | | | |
| VI | – 70 | 5 | | | | | | linalool | | 0.41 | 0.45 | | | | | | 0.73 | | | | |
| VII | 71– 80 | 〃 | | | | | | | | 0.42 pink | | | | | | | | | | | |
| VIII | 81– 90 | 〃 | | pink 0.20 | | | | | | | | 0.52 | | | | | | | | | |
| IX | – 80 | 3 | | 0.20 | | | | | | | | 0.52 | | | | | | | | | |
| X | 81– 90 | 〃 | | 0.19 | | | | | | | | | pink 0.56 | | | | pink 0.74 | | | | |
| XI | 91–100 | 〃 | | geraniol | | | | | | | | | 0.56 | | | | 0.73 | | | | pink 0.93 |
| XII | 101–110 | 〃 | | | | | | | pink 0.38 | | | 0.51 | | | pink 0.67 | | | | pink 0.87 | | |
| XIII | 111–120 | 〃 | | | 0.24 | | | | 0.38 | | | 0.52 pink | | | 0.67 | | | | 0.87 | | |
| XIV | 111–120 | 2 | | | | | 0.31 | | eugenol | | | | | | 0.67 | | 0.74 | 0.80 | | | |
| XV | 121–130 | 〃 | | | | | | | | | | | | 0.62 | 0.68 | | 0.74 | 0.80 | | | |
| XVI | 131–140 | 〃 | | | | | | | | | | | | | | 0.70 | | 0.80 | 0.87 | | |
| XVII | 141–150 | 〃 | | | | | | | | | | | | | | 0.70 yellow | | 0.80 | 0.87 | | |
| XVIII | 151–160 | 〃 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.80 pink | 0.87 red | | |
| XIX | 161–170 | 〃 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.87 | | |
| XX | 170–180 | 〃 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.86 | | |

alcohols[12] estars[12] oxides[12] hydrocarbones[12]

Each of these fractions was submitted to a chromatostrip[8),9),10)]. As seen from **Table 2,** data of Rf values, coloration tone, and pressure-boiling point relationship of the fractions, revealed the presence of furfuryl alcohol, 1:8-cineol, linalool, geraniol, and eugenol. Sulfur compound was found to be present in the fraction of b.p.$_{15}$ 40–60°C. A large amount of this substance is now being collected by distillation and its various properties will be reported later.

## Summary

1. A fraction soluble in sodium hydrogen carbonate was submitted to silicagel column chromatography, with methanol as the stationary phase and iso-octane as the mobile phase under a pressure of nitrogen gas. The fatty acids present in each fraction were characterized as their p-bromphenacylesters. The presence of acetic, propionic, butyric, isovaleric, n-caproic, and caprylic acids was thus confirmed.

2. A carbonyl fraction was fractionated by a chromatoplate, followed by a treatment with 2.4-dinitrophenylhydrazine, the benzene extract of each hydrazone band was column-chromatographed. Besides 2.4-dinitrophenylhydrazones of benzaldehyde, n-valeraldehyde, and cis- and transforms of a 2.4-dinitrophenylhydrazone of furfural, reported in the preceding paper[1)], the 2.4-dinitrophenylhydrazone of $\alpha$-methylfurfural was also found to occur in cis- and trans-forms which were confirmed by elemental analyses and infrared spectral measurements.

3. A terpene fraction was fractionated with a micro-fractionation apparatus and each was submitted to chromatostrip. From their Rf values, color tones, and pressure-boiling point curves, the presence of furfuryl alcohol, 1:8-cineol, linalool geraniol, and eugenol was revealed. Fraction of b.p.$_{15}$ 40–50°C contained a sulfur compound.

## Acknowledgement

The author expresses his deep gratitude to Prof. Tomiyama of the University of Kyushu for his kind guidance throughout the course of this work.

## References

1) T. Katayama: This Bulletin, **24**, 346 (1958).
2) F. A. Vandenheuvel, E. R. Hayes: Anal. Chem., **24**, 960 (1952).
3) T. Katayama, T. Tomiyama: This Bulletin; **17**, 122 (1952).
4) T. Katayama: This Bulletin, **19**, 793 (1953).
5) T. Katayama: This Bulletin, **21**, 420 (1955).
6) W. L. Judefind, E. E. Reid: J. Amer. Chem. Soc., **42**, 1043 (1920).
7) T. Katayama: This Bulletin, **21**, 416 (1955).
8) T. Katayama: This Bulletin, **21**, 412 (1955), ibid., **22**, 244 (1956).
9) J. G. Kirchner, J. M. Miller, J. G. Keller: Anal. Chem., **23**, 420 (1951).
10) J. M. Miller, J. G. Kirchner: Anal. Chem., **23**, 428 (1951), ibid., **25**, 1107 (1953).
11) R. H. Reitsema: Anal. Chem., **26**, 960 (1954).
12) T. Katayama: J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., **2**, 67 (1958).

# 魚類の葉酸及びフォリン酸に関する研究

柿本大壱・金沢昭夫
(鹿児島大学水産学部)

# Studies on Folic Acid and Folinic Acid of Fishes.

Daiichi KAKIMOTO and Akio KANAZAWA

1. The total amount of folic acid (FA) and folinic acid (CF) in fish muscle was found to vary from species to species, for example, from 69 mγ/gm with white muscle of *Seriola purpurascens* to 682 mγ/gm with red muscle of *Cypsilurus agoo* (See Table 2).

2. With intestines of *Katsuwomus vagans* and *Scomber tapeinocephalus* it was found that the liberation of FA from its conjugated form, presumably through autolysis, is conducted most actively in liver and pyloric coeca, but even in these organs the measured activity does not exceed about 60% of the conjugase activity in hog kidney and chick pancreas.

There was found also a parallelism to hold between the total amount of FA and CF and the activity of organs in liberating these acids.

3. As regards FA content, liver proved to be at the top of the intestines analyzed, while content of CF attained to a maximum with pyloric coeca.

The sum of FA and CF contents was roughly equal between the two organs, being 3 times as high as that in other organs (See Table 3).

葉酸及びその誘導体に関する研究は，最近著しく進展し，一部では Transformylase, Transhydroxymethylase 等の作用機作を明らかにしつつあり，同時に葉酸，その誘導体は核酸と蛋白質の合成に大きな役割を果していることが予想されている。基礎的な之等の研究とは別に，天然物中の葉酸，及びその誘導体の含有量も報告されているが，水産生物に関する研究は比較的少く，特に誘導体として生物活性の顕著なフォリン酸に関する報告は殆んど例をみない。著者等は先に海藻類中の含有量を本誌[1]に報告したが，今回は魚類筋肉及び，一二の魚種については特にその内臓諸器管中の含有量，並びに Conjugase 活性を測定した。

## 実験の部

**I. 定量法** 葉酸 (FA)，フォリン酸 (CF) の定量は著者等が海藻中の該成分を定量した如く，Bioassay により，また定量に必要な Conjugase の調製も既報に準じて行つた。

**II. 試料の調製** 魚類は全て鹿児島市魚市場で入手したもので，極く新鮮と思われるものを選別し，またこれら魚類の二三については，普通肉と血合肉を別々に調製し，定量に供した。即ち魚肉 5gm に M/10 燐酸塩緩衝液 (pH 7.0) 50cc を加えてホモジナイズし，全容を同一緩衝液を用いて 100cc にしたものから試料として 5cc (0.25gm 相当) をとり，既報のごとく Conjugase を作用させて総量を定量した。また内臓を試料にした場合も同様な調製法によつた。なお遊離型，結合型の定量法は既報の通りである。

## 実験結果並びに考察

**I. 魚肉中の FA 及び CF 遊離化の吟味** 海藻中の FA, CF 定量を行うにあたり，実施したと同様に Conjugase の使用法を吟味するために，Conjugase 並びに Cysteine の使用量を種々変化させて調製した試料の，乳酸菌 *Leuconostoc citrovorum*, *Streptococcus faecalis* に対する活性を測定し，遊離化に適する

1958 年 12 月 2 日受理

条件を探した結果は Table 1 の通りである。

表に示したごとく，試料液 5cc に Conjugase 各々 1.5cc.，cysteine 10mg を用いる方法が，FA, CF 遊離化に最適であり，海藻よりとやや多量に用いねばならぬ。

**II. 魚肉中の FA, CF 含有量**

前述の方法に従い，メジナ，イサキ，マイワシ，トビウオ，キダイ，バショウカジキ，カンパチ，イトヨリ，ムツ，キハダの FA, CF 含有量を測定した結果は Table 2 の通りである。表で示したように，総 FA 量は普通肉ではメジナが最高を示し乾物として 545mγ/gm.，イサキ，マイワシがこれに次ぎ，トビウオ，キダイ，カンパチ，バショウカジキ等は 100mγ 未満で遙かに少く，ムツ，イトヨリには全く存在しなかつた。血合肉では，トビウオが最高で 512mγ/gm，この量は普通肉で最高のメジナに匹敵し，以下イサキ，マイワシ，カンパチの順序である。遊離型と結合型の分布を比較すると，メジナ，マイワシの普通肉，マイワシの血合肉には遊離型が存在せず，全て結合型であり，

**Table 1.** Optimal amount of the activator and the conjugase for setting free folic acid and folinic acid from the conjugated forms in the fish muscle (*Scomber tapeinocephaous*)

| Activator and conjugase added to 0.25 gm of the fish muscle | | | Calculated values (mγ/gm, on fresh matter) | |
|---|---|---|---|---|
| Cysteine mg. | Chick pancreas conjugase cc. | Hog kidney conjugase cc. | FA | CF |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 7.0 |
| 0 | 1.0 | 1.0 | 25.0 | 30.0 |
| 1 | 1.0 | 1.0 | 29.0 | 31.5 |
| 3 | 1.0 | 1.0 | 30.0 | 33.5 |
| 5 | 1.0 | 1.0 | 30.0 | 35.5 |
| 10 | 1.0 | 1.0 | 31.5 | 37.5 |
| 20 | 1.0 | 1.0 | 29.5 | 37.5 |
| 30 | 1.0 | 1.0 | 28.5 | 38.0 |
| 10 | 0 | 0 | 20.0 | 18.0 |
| 10 | 0.1 | 0.1 | 29.5 | 26.5 |
| 10 | 0.3 | 0.3 | 30.0 | 30.0 |
| 10 | 0.5 | 0.5 | 30.0 | 34.0 |
| 10 | 1.0 | 1.0 | 31.5 | 37.5 |
| 10 | 1.5 | 1.5 | 33.0 | 39.0 |
| 10 | 2.0 | 2.0 | 31.1 | 37.5 |
| 10 | 3.0 | 3.0 | 30.5 | 25.0 |
| 10 | 0 | 1.0 | 14.0 | 20.0 |
| 10 | 1.0 | 0 | 23.0 | 25.0 |

**Table 2.** FA and CF contents of fish meats

| Fishes | Kind of meat | Content (mγ in one gram of dry matter) FA | | | CF | | | Total FA + Total CF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Free*1 | Conj.*2 | Total | Free*1 | Conj.*2 | Total | |
| *Taius tumifrons* キダイ | W†1 | 40 | 0 | 40 | 11 | 324 | 335 | 375 |
| *Nemipterus virgatus* イトヨリ | W | 0 | 0 | 0 | 11 | 75 | 86 | 86 |
| *Cypsilurus agoo* トビウオ | W | 20 | 8 | 28 | 57 | 87 | 144 | 172 |
| | R†2 | 260 | 252 | 512 | 128 | 42 | 170 | 682 |
| *Scombrops boops* ムツ | W | 0 | 0 | 0 | 56 | 75 | 131 | 131 |
| *Parapristipoma trilineatum* イサキ | W | 39 | 134 | 173 | 17 | 157 | 174 | 347 |
| | R | 38 | 85 | 123 | 20 | 332 | 352 | 475 |
| *Girella punctata* メジナ | W | 0 | 545 | 545 | 90 | 27 | 117 | 662 |
| *Sardinia melanosticta* マイワシ | W | 0 | 131 | 131 | 8 | 112 | 120 | 251 |
| | R | 0 | 98 | 98 | 24 | 440 | 464 | 562 |
| *Neothunnus macropterus* キハダ | W | 52 | 60 | 112 | 8 | 14 | 22 | 134 |
| *Seriola purpurascens* カンパチ | W | 44 | 4 | 48 | 7 | 14 | 21 | 69 |
| | R | 56 | 40 | 96 | 30 | 6 | 36 | 132 |
| *Istiophorus orientalis* バショウカジキ | W | 74 | 6 | 80 | 12 | 12 | 24 | 104 |

*1: Free form, *2: Conjugated form †1: White muscle, †2: Red muscle

キダイでは，これとは逆に全てが遊離型であり，イトヨリ，ムツではFAが全く含まれていない。CFについてみると，普通肉の総量はキダイが最高で335 mγ/gm，以下イサキ，トビウオ，ムツ，マイワシ，メジナ，イトヨリ，バショウカジキ，キハダ，カンパチの順序である。遊離型と結合型を比較すると，トビウオとカンパチの血合肉，メジナの普通肉には遊離型が多く，他の魚種では概れ結合型が多い。FA, CFの総和はカンパチの普通肉が100 mγ/gm以下で最低であるが，トビウオの血合肉は最高で682 mγ/gm，以下メジナの普通肉，マイワシ，イサキの血合肉がこれに続く。同一種類の魚では血合肉が普通肉よりも多い結果を得た。

**III. 魚類内臓中のFA, CF含量**　定量法は前項の魚肉と同一方法によつた。試料としてはゴマサバ，カツオの新鮮なものを用い，ゴマサバは心臓，肝臓，幽門垂の三つの器官について，カツオはこれに脾臓と精巣を追加して定量した。なお各内臓のConjugase作用を知るため，これら内臓をM/10燐酸塩緩衝液(pH 7.0)中で自己融解させ，それによつて遊離される総FA, CFを測り，あらかじめ同一試料で定量した遊離型の量を差引き，常法による結合型量との比を百分率で表示し，これを試料中のConjugase活性度とした。活性度の表示としては自己融解の条件，その他不備な点も多いが，これらの研究は何れかの機会に譲り，該法による成績をTable 3, 4に記載した。表で明らかな如く，ゴマサバ，カツオ共に心臓以外の内臓ではFA, CF量共に筋肉より遙かに多く含まれ，各内臓中FAは肝臓が最高であり，ゴマサバで3250 mγ/gm，カツオが1780 mγ，幽門垂はこれに次ぎそれぞれ1435 mγ，1600 mγである。またCFをみるとゴマサバでは幽門垂が1733 mγ/gmで最高を示し，肝臓はこれに次ぎ800 mγ，カツオでは肝臓が2474 mγに対し，幽門垂は2177 mγである。FA, CFの総和をみると，両魚種共に肝臓と幽門垂がほぼ類似の値を示し，他の内臓ではこれらの1/3量に過ぎない。遊離型と結合型を比較すると肝臓と幽

**Table 3.** Conjugase activity and FA, CF contents in internal organs of *Scomber tapeinocephalus*

| Organs | FA content mγ/gm (dry matter) | | | | Conjugase activity |
|---|---|---|---|---|---|
| | Free form a | Conj. form b | Total c | Free form after autolysis d | $\frac{d-a}{b}\times 100$ |
| Heart | 115 | 295 | 410 | 131 | 5% |
| Liver | 800 | 2450 | 3250 | 2142 | 55 |
| Pyloric coeca | 1046 | 389 | 1435 | 1141 | 24 |

| Organs | CF content mγ/gm (dry matter) | | | | Conjugase activity |
|---|---|---|---|---|---|
| | Free form a | Conj. form b | Total c | Free form after autolysis d | $\frac{d-a}{b}\times 100$ |
| Heart | 24 | 281 | 305 | 56 | 11% |
| Liver | 161 | 639 | 800 | 559 | 62 |
| Pyloric coeca | 487 | 1246 | 1733 | 1205 | 57 |

**Table 4.** Conjugase activity and FA, CF content in the internal organs of *Katsuwonus vagans*

| Organs | FA content mγ/gm (dry matter) | | | | Conjugase activity |
|---|---|---|---|---|---|
| | Free form a | Conj. form b | Total c | Free form after autolysis d | $\frac{d-a}{b}\times 100$ |
| Heart | 154 | 154 | 308 | 168 | 9% |
| Liver | 1519 | 261 | 1780 | 1655 | 52 |
| Pyloric coeca | 838 | 762 | 1600 | 1067 | 30 |
| Kidney | 77 | 131 | 208 | 111 | 26 |
| Gonard | 540 | 716 | 1256 | 562 | 3 |

| Organs | CF content mγ/gm (dry matter) | | | | Conjugase activity |
|---|---|---|---|---|---|
| | Free form a | Conj. form b | Total c | Free form after autolysis d | $\frac{d-a}{b}\times 100$ |
| Heart | 246 | 454 | 700 | 305 | 13% |
| Liver | 282 | 2193 | 2475 | 1707 | 65 |
| Pyloric coeca | 2044 | 133 | 2177 | 2124 | 60 |
| Kidney | 565 | 181 | 746 | 628 | 35 |
| Gonard | 154 | 62 | 216 | 160 | 10 |

門垂との間には対照的な相違が認められ，FA では肝臓において遊離型が，また CF では幽門垂が各々結合型よりも高い含有量をポし，他の内臓では両型がほぼ同量宛含まれている。Conjugase 活性をみると表に示したように，肝臓，幽門垂が強く，豚脾臓，鶏肝臓から調製した Conjugase に比べて約 1/2 の活性をポす。以上の結果から自己融解法のみでは FA, CF の総量は求め得られたいことが知られる。また Conjugase 活性は，これら内臓中の FA, CF 含有量に概ね比例していることが認められる。以上述べた事実のみでは内臓諸器官における FA, CF の果す役割を説明は出来ないが，肝臓，幽門垂の含有量が特異的であることは興味あるものと思われる。

## 要　　約

魚類中の葉酸並びにフォリン酸の分布を明らかにするために，10 種類の魚の筋肉につき，またこのうちの二種は内臓について FA, CF 含量を測定し，次のような結果を得た。

1. 魚類筋肉中の FA と CF の総量はカンパチの普通肉のように 69 mγ/gm のものからトビウオの血合肉の 682 mγ/gm のように約 10 倍も含まれるものがあり，含有量は魚種によつて顕著な差がある。血合肉と普通肉を比較すると，数例に過ぎないが何れも血合肉の方が多い。

2. カツオ，ゴマサバ両種の内臓を用いて，自己融解で遊離する FA, CF を測定した結果では肝臓，幽門垂が他の内臓に比べ遊離化作用が強かつたが，豚腎臓，鶏脾臓から調製した Conjugase の 60% に過ぎなく，自己融解法では，これら内臓の総 FA, CF は定量出来ない。また内臓では FA, CF 含有量と Conjugase 活性とが比例している。

3. 内臓中の FA 含量は肝臓が最高であるのに対し，CF 含量は幽門垂が最高である。FA, CF の総和では肝臓と幽門垂がほぼ近似し，他の内臓ではこれらのほぼ 1/3 量である。

終りに臨み，本研究に御教示を賜つた本学柏田研一教授並びに和田清治助教授，実験に援助された奥野茂樹君に深謝の意を表す。

## 引　用　文　献

1) 金沢昭夫・柿本大壱：本誌，**24**, 573 (1958).

# 組織中のクロルテトラサイクリンの簡易 cylinder plate 法

富山哲夫・小林邦男・米 康夫
(九州大学農学部水産化学教室)

# A Practical Cylinder Plate Assay Method for Determination of Chlortetracycline in Tissues

Tetuo Tomiyama, Kunio Kobayashi and Yasuo Yone

The regular bioassay method for determination of chlortetracycline (CTC) residue in tissues[1,2,3,4] presents a difficulty when dealt with many samples for the analysis. Experiences have revealed that such procedures are very tedious as washing and drying of many Petri dishes, the preparation of assay medium in each dish and the standard curve for each set of determination.

Attempt has been made, therefore, to simplify the method without sacrificing its accuracy. It was ascertained that routine procedures could be greatly simplified by substituting the Petri dish with glass plate as was reported by Grady and Williams[1a]. It was found that the slope of inhibitory zone size on logarithm of CTC concentration remained constant irrespective of difference in plate and date of the determination. Therefore, the preparation of the standard curve at each determination can be omitted by employing the linear regression line instead when it is calibrated for the difference in zone size for 0.01 mcg/cc between the regression line and a sample test plate.

従来の pad plate 法[1] および cylinder plate 法[2] によつて組織中のクロルテトラサイクリン (CTC と略記) を定量する場合の欠点は組織抽出剤の不備に原因しており，抽出剤にクエン酸緩衝液・アセトン混合液を用いると，CTC の回収率が向上し，また定量操作が簡単になることを報告した[3,4]。

しかし多数の CTC 処理魚体の CTC 残存量を富山等の方法或は在来法で定量してみると，多数のシャーレを必要とし，検定用寒天培地の流し込みや，洗滌乾燥等の操作に時間を要し，また定量の度毎に阻止帯の径から CTC 量に換算するための標準曲線を描くのがかなりの面倒であることを経験したので，これらを簡略にした実用的な改良法を探求するために本研究を行つた。

器具および操作の簡易化は Grady・Williams 両氏の方法[1a] を変改することによつて実現できた。また標準曲線を毎回作る必要性について検討したところ，濃度の対数値と阻止帯径の大きさとの関係を示す直線の傾斜が常に近似していたので，回帰直線を用いれば標準曲線を毎回作る必要のないことが分つた。依て改良方法および改良の根拠について報告する。

## 簡易定量方法

### 1. 定量の準備

a) ガラス板: 市販の窓ガラス用の板ガラスを 26×31 cm に切断して使用する。

b) 金属枠およびパッキング: 厚さ 3mm の真鍮板で内のりが 220×280×15 mm の長方形の枠をつくり，四隅に真鍮板の小片をつける。パッキングは厚さ約 6 mm のゴム板を内のり 210×270 mm，巾 13 mm の大きさに切断したもので，ガラス面と密着させるために 80～100°C の流動パラフィン浴に 1～2 時間浸

1958 年 12 月 8 日受理

温して軟化させ，次にパラフィンを用いとり，更に洗剤および石鹸で洗滌してから使用する。また定量に使用中は毎日煮沸水中で約5分間位殺菌をしないと，ゴム表面に附着した雑菌が培地に入ることがある。

c) 水平台：均一な厚さの検定培地をつくるのにこの水平台が必要である。約2.5cm程度の厚いベニヤ板或は適当な板を机の上におき，水準器で完全に水平なことを確かめてから板を固定する。机の上に厚い板ガラスをおくのは，培地が急冷して均一に拡げ難いので不適当である。もし水平な台が与えられない場合には緒方[5]が試みたように下面が 26×30cm 以上の大きさのアルミ製バットに約 400cc の 1.5% 寒天液を流して固化させ，その上に約 50°C に温めたガラス板をのせ，更に検定用の温めたガラス板，ゴム枠，金属枠と順次にのせて，次に検定培地を流せばよい。

d) 阻止帯径の見取器：多数の阻止帯の径をカリパーで測定することは定量の能率を妨げるので，米国では Quebec colony counter[1e], Fisher-Lilly zone reader[2a] 等が使用されている。著者等は Fig. 1 のような阻止帯径見取器を自製して使用している。拡大鏡を取付ける腕は電気スタンドの腕を使用した。読みとりのためのガラス板は 10×10cm の窓ガラス板に 1mm 間隔の劃線を 36 本刻んだものである。60W の電球をつけた部分以外は内面を黒色とし，阻止帯を見易くする。

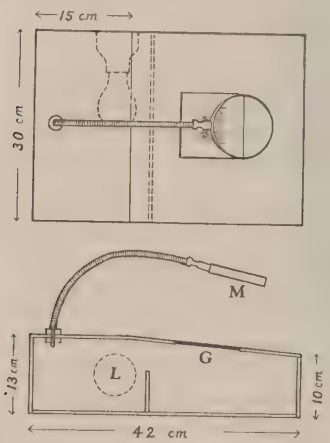



**Fig. 1.** Zone reader
M: magnifying lens
L : 60W-lamp
G : glass plate with mm. scale

e) シリンダー：ステンレスで造つた標準型で，外径 8mm，内径 6mm，長さ 10mm の大きさである。日本抗生物質学術協会から求めることができる。

f) 検定用培地：ペプトン（武田薬工のポリペプトン）6g，肉エキス 1.5g，酵母エキス（大五栄養 KK）3g および $KH_2PO_4$ 3g を 1*l* の蒸溜水にとかし，加温後に 10g の活性炭（シラサギ印特級）を添加攪拌して数分後に沪過し，ガラス電極を用いて沪液の pH を 5.6 に 10% HCl 或は KOH で調整する。これに 15g の寒天末を加え，15 ポンド 10 分間滅菌する。

g) 胞子懸濁液：ペプトン 6g，カゼイン消化物（日産水産研究所“カザミノ酸”）4g，酵母エキス 3g，肉エキス 1.5g，グルコース 1g および $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05g を 1*l* の蒸溜水にとかし，pH を 6.5～6.6 に調節し，これに 15g の寒天末を加え，15 ポンド 10 分間滅菌する。これを滅菌試験管に分注し，15 ポンド 15 分間滅菌後，斜面をつくる。別に冷蔵庫に保存した *B. cereus* var. *mycoides* (ATCC 9634) PCI-213 をこの斜面に 30°C 24 時間培養し，更に斜面に植え継いで 30°C に 24 時間培養した後，この一本の斜面の菌を約 10cc の滅菌水で洗いおとす。この菌懸濁液の濃度があまり濃厚では胞子化が遅延するので，660mμ のフィルターで透光率 5～20% 程度を示すような濃度とする。上記の胞子化用の寒天培地 50cc を 400cc 容の Roux フラコに入れて滅菌固化させたものの上にこの菌懸濁液の約 2cc を加え，滅菌ガラス玉を用いて培地の全面にひろげ，余分の菌液は捨てた後，綿栓する。これを 30°C で約 8～10 日間培養すれば胞子がえられるので，約 30cc の滅菌水で培地の表面より洗いおとし，50cc の共栓付遠心管に移し，65°C の湯浴中で 30 分間加熱する。冷却後遠沈し，上澄液を棄て，約 30cc の滅菌水で洗滌遠沈を 3 回繰返し，最後に再び 65°C で 30 分間加熱したものを共栓つき 50cc の三角フラスコに移して冷蔵庫に保存する。ここに造つた胞子懸濁液の培地への添加量は，予め種々の懸濁量を加えた培地上で試験した 0.005～0.0025mcg CTC/cc の阻止帯が最も鮮明に読みやすいような量に決定する。

h) 抽出剤および稀釈剤：pH 5.2 のクエン酸緩衝液（M/5 クエン酸 100 容＋N/2 KOH 95 容＋水 5 容の混液）35 容にアセトン 35 容および蒸溜水 30 容を混合した液を抽出剤に使用する。標準 CTC 溶液調製したり或は CTC 濃度の高い組織抽出液を稀釈するには pH 5.6 のクエン酸緩衝液（M/5 クエン酸 100 容＋N/2 KOH 100 容の混液）35 容にアセトン 35 容と蒸溜水 30 容を混和したものを用いる。

i) 修正用 CTC 標準液: 標準の CTC-HCl の結晶 100.0 mg を蒸溜水にとかし，100 cc に水で定容し，その 1cc づつを小型試験管に分注し，ポリエチレン膜で蓋をし，凍結して保存する。凍結状態では1カ月間効力の低下はないが，融解したものは再び凍結保存はできない。上記小型試験管の内容（1 mg CTC）を蒸溜水で溶解して 100 cc に定容し，その 1cc を稀釈剤で 100 cc に定容し，更にこの 10 cc を稀釈剤で 100 cc に定容した 0.01 mcg/cc のものを使用する。冷蔵庫に保存すれば，数日間 CTC 濃度の減少はない。

j) 組織抽出液: 供試組織は予め細断した後に，少量づつミクサーに加えて擂砕する。これから 20.0 g をとり，乾いた別のミクサーに入れ，前記の抽出剤 80cc を加え，蓋をして約2分間混和抽出する。約 15 分間放置して充分に蛋白質を凝固させた後，乾燥沪紙で沪過し，沪液を供試する。但し CTC の多い組織では抽出剤を前記の稀釈剤（pH 5.6）で適当に稀釈して供試せねばならない。

**2. 定量方法**

先づよく洗滌したガラス板と大型試験管を約 75°C の乾燥機で乾燥加温しておく。他方予め調製した検定用培地を加温溶解して，60°C の湯浴に保つておき，次に胞子懸濁液の最適量をよく混和する。これを 50 cc づつ大型試験管に分注し，60°C の湯浴中に保つておく。

前記の温めたガラス板を水平台の上におき，ゴムパッキング，その上に金属枠をのせ，枠を押えてパッキングとガラス板とを密着させ，ガラス板が冷却しないうちに，分注した加温検定用培地を枠内に流し，直ちにガラス板を持つて枠内の全面に拡げ，水平台の上におき，ガラス板で覆つて培地を固化させる。

培地が固化後 20 分してから cylinder をピンセットで 3cm 間隔に Fig. 2 に示した外側の一列を除いておき，横および縦の中央の行列にある 11 個の cylinder のなかにその縁に触れないように注意して修正用標準液（0.01 mcg/cc）を 1cc の駒込ピペットで充す。充し方は cylinder の上縁迄加えるような操作が容易であるが，液高に僅かの不揃があつても阻止帯径には測定しえられる程の影響はみられない。次に供試抽出液を修正用標準液で囲まれた区域の6個の cylinder に駒込ピペットで充す。標準曲線を特別に求めるには，0.04, 0.02, 0.005 および 0.0025 mcg/cc の標準液を供試液の代りに置けばよい。しかし後述のような計算法をとるようにすれば，毎回標準曲線を求める必要はない。

cylinder を充し終れば，再び蓋をして室温に 30 分間放置した後に，30°C の孵卵器に収容する。この場合に孵卵器の棚が金網で作つてあると，ガラス板が棚の上を滑らないために，cylinder が動いて失敗することがある。従つて棚は小孔をあけたアルミ板に取換えた方がよい。30°C に 15～18 時間放置した後に取り出し，阻止帯径を Fig. 1 のような読みとり器の上で 0.5 mm の精度で読みとる。1枚のガラス板に4種の供試抽出液がおいてあり，1種の供試抽出液について6個の阻止帯が得られているので，それぞれ各試料の6個の阻止帯径の平均値を算出する。また修正用 CTC 液（0.01 mcg/cc）の 11 個の阻止帯径の平均値を算出する。これらの値を用いて次の方法のいづれかで組織中の CTC 量を求める。

阻止帯径から CTC 濃度への換算には標準曲線を測定の度に毎回作る必要はない。本定量法を特別に変改しない限りは，Table 3 の右欄に示した値を用いて回帰直線を求め，次に定量に用いた全部のガラス板上の修正用阻止帯径の平均値を通るように前記の回帰直線を平行にづらしたものを描く。この直線を用いて阻止帯径から CTC 濃度を求め，これに組織の抽出稀釈度を補正（一般には ×5，特別に抽出液を稀釈して供試した時には更に稀釈度を補正）して組織中の CTC 量（mcg/g 或は ppm）を算出する。但し各ガラス板上の修正用阻止帯径の間にかなりの変倚がある場合には，各個のガラス板上の修正用阻止帯径の平均値を通るようにづらしたものを各個に描き，各個のガラス板上の阻止帯径よりの換算に用いる。或はまた前記のような作図をしないで，回帰直線から求めた (1) 式を用いても換算できる。

$$C = D \times \text{antilog}\left(\frac{S-R}{12} - 2\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

但し，
$S$ = zone size (mm.) for a sample extract
$R$ = zone size (mm.) for the reference (0.01 mcg/cc)
$D$ = dilution factor
$C$ = mcg. CTC/g. tissue

## 結果および考察

### 1. 同一 cylinder plate 上の阻止帯の分散

修正用標準液を Fig. 2 の十字の部分に置いた場合の同一 plate 内の分散を算出した結果は Table 1 に

**Table 1.** Variation in average of eleven zone sizes for 0.01mcg/cc. on several plates prepared at different dates.

| no. of plate \ date | June 16 | June 17 | June 19 | June 21 | July 2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 17.6 ± .44 | 17.8 ± .42 | 17.6 ± .31 | 17.3 ± .32 | 16.5 ± .41 |
| 2 | 18.0 ± .32 | 18.0 ± .55 | 17.2 ± .23 | 16.6 ± .31 | 16.4 ± .32 |
| 3 | 18.7 ± .47 | 17.7 ± .51 | 17.2 ± .23 | 16.8 ± .41 | 16.6 ± .39 |
| 4 | 18.8 ± .35 | 17.8 ± .35 | 16.5 ± .59 | 17.1 ± .54 | 16.8 ± .38 |
| 5 | 17.6 ± .50 | 17.4 ± .30 | | 16.4 ± .32 | 16.3 ± .34 |
| Ave. of different plates | 18.1 ± .58 | 17.7 ± .22 | 17.1 ± .46 | 16.8 ± .36 | 16.5 ± .19 |
| Ave. of mean zone size at dif. date | | | 17.2 ± .65 | | |

示した通りである。この分散は阻止帯の測定精度が 0.3～0.5 mm 程度であることを考慮にいれると，比較的に小さい。

ただしここに注意すべきことは，Fig. 2 にみられるように，周辺に近い位置の阻止帯が大きくなる傾向があるので，ここに使用した金属枠の大きさでは Fig. 2 に示した枠内しか定量にあてられない。

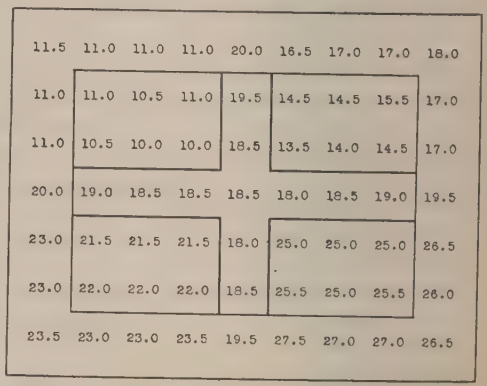



**Fig. 2.** A representative distribution pattern of inhibitory zone size (mm.) on a test plate

### 2. cylinder plate 間の阻止帯の分散

修正用標準液の阻止帯平均が plate によつてどのような分散を示すかによつて，同時に作つた各 plate 上の阻止帯を補正することがどの程度重要であるかが判断できる筈である。Tables 1 および 2 をみると明かなように，同時に作つた各 plate 間の分散は同一 plate 内の分散と近似している。即ち検定用培

**Table 2.** Measured zone sizes (mm.) for a standard CTC series

| mcg. per cc. \ date | June 14 | June 16 | June 17 | | June 19 | | June 21 | | July 2 | | Ave. ± std. dev. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.04* | 26.8 ±.52 | 25.3 ±.28 | 24.3 ±.26 | 24.5 ±.32 | 24.1 ±.20 | 23.7 ±.26 | 24.3 ±.42 | 23.7 ±.26 | 24.2 ±.26 | 23.6 ±.33 | 24.1 ±.96 |
| 0.02* | 23.9 ±.50 | 21.8 ±.28 | 21.3 ±.27 | 21.8 ±.26 | 20.6 ±.38 | 20.7 ±.26 | 21.3 ±.41 | 21.3 ±.69 | 20.7 ±.41 | 20.2 ±.41 | 21.3 ±1.03 |
| 0.01§ | 20.2 ±.56 | 18.6 ±.44 | 18.2 ±.36 | 18.5 ±.27 | 17.8 ±.26 | 17.9 ±.37 | 17.5 ±.52 | 17.6 ±.23 | 17.3 ±.34 | 16.5 ±.41 | 18.0 ±.97 |
| 0.005* | 15.8 ±.42 | 14.4 ±.67 | 14.8 ±.26 | 13.9 ±.67 | 13.8 ±.42 | 14.4 ±.67 | 13.7 ±.51 | 14.5 ±.45 | 14.0 ±.55 | 13.5 ±.42 | 14.3 ±.66 |
| 0.0025* | 11.7 ±.61 | 10.2 ±.41 | 9.6 ±.38 | 10.0 ±.55 | 9.5 ±.50 | 10.1 ±.49 | 9.9 ±.58 | 10.6 ±.49 | 9.4 ±.33 | 9.0 ±.32 | 10.0 ±.75 |

* Average of six measurements. § Average of eleven measurements.

地の厚さ，培地を流した時間，供試抽出液を充した時間等が近似している限り各 plate 間の分散は小さいことが分る。但し平均値から 0.5mm 以上の差をもつ plate が見当れば，この差の補正は施さねばならない。

他方，異る日に検定した場合における阻止帯径の分散は Table 1 の最下行および Table 2 の右欄に示してあるようにかなり大きかつた。従つて次項に示すような方法を講ずるのでなければ，毎回標準曲線を作成する必要が生れてくる。

**3. 標準曲線の必要性**

前項で述べたように，異る時期に作つた標準液の阻止帯径はかなり分散していたので，補正用の 0.01 mcg/cc の阻止帯が同一となるように他の濃度の阻止帯をそれぞれ補正してみた。その結果は Table 3 に示すように，各濃度についての平均値からの分散はいづれの測定日においても大同小異であつた。それ故に Table 3 に示した 10 回の測定値の平均値を用いて CTC 濃度の対数値と阻止帯径との関係を示す回帰直線を求めると，(2) 式のようになる。

$$y - 17.6 = 11.95x \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

但し，　$y$ = zone size (mm.)

$x = 2 + \log$ (mcg. CTC/cc.)

**Table 3.** Zone sizes (mm.) which were adjusted to give a zone size of 18.0mm. for the reference

| date / mcg. per cc. | June 14 | June 16 | June 17 | | June 19 | | June 21 | | July 2 | | Ave. ±std. dev. | Calc. from regression line |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.04 | 24.6 | 24.7 | 24.1 | 24.0 | 24.3 | 23.8 | 24.8 | 24.1 | 24.9 | 24.9 | 24.42 ± .41 | 24.8 |
| 0.02 | 21.7 | 21.2 | 21.1 | 21.3 | 20.8 | 20.8 | 21.8 | 21.7 | 21.4 | 21.5 | 21.33 ± .32 | 21.2 |
| 0.01 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | 17.6 |
| 0.005 | 13.6 | 13.8 | 14.6 | 13.4 | 14.0 | 14.5 | 14.2 | 14.9 | 14.7 | 14.9 | 14.26 ± .54 | 14.0 |
| 0.0025 | 9.5 | 9.6 | 9.4 | 9.5 | 9.7 | 10.2 | 10.4 | 11.0 | 10.1 | 10.3 | 9.97 ± .52 | 10.4 |
| slope | 12.72 | 12.49 | 11.93 | 12.26 | 11.96 | 11.13 | 12.09 | 10.96 | 12.06 | 11.89 | 11.95 ± .53 | |

この直線の傾斜の信頼限界は 5% の危険率で 11.95 ± 1.22 であつた。各 plate 毎にえた標準直線の回帰直線の傾斜値は Table 3 の最下行にあげてある。異る日に求めた標準曲線の傾斜の平均値について信頼限界を求めると，1% の危険率で 11.95 ± 0.53 であるから，測定日が異つてもこの傾斜は比較的に一致していることが分る。

このような解析結果から判断すると，標準曲線は毎回求めなくともよいといえる。即ち 1 つの plate 上の修正用阻止帯径の平均値 $R$ を求めれば，定量法の項で示したような方法で換算のための標準曲線が求められるし，或はまた回帰方程式 (1) が使用できる。この標準曲線或は式 (1) を用いれば，試料の阻止帯径から試料中の CTC 濃度を求めることができる。

いま CTC で処理した数種の魚類の組織抽出液について，CTC 含量への計算方法を常法のように定量の度毎に作つた標準曲線によつて求めた場合と回帰直線或は式 (1) によつて求めた場合とを比較対照してみると，Table 4 に示すように，両者のよい一致がみられた。

なお実験例が少いので，統計的な処理は困難であるが，アセトンを含まない M/50 クエン酸緩衝液 (pH 5.2) のみを抽出剤に用いた場合にも，Fig. 3 に示すように定量の感度が低下するだけで，傾斜は近似していた。

**Table 4.** A comparison between data for CTC-contents obtained by the routine method and the authors' method

| Sample tissue | Ave. zone size, reference | Ave. zone size, sample ext. | Calculated by regular std. curve (routine method) | | regression line (present method) | | Dilution factor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Salmon | mm. | mm. | mcg/cc | mcg/cg | mcg/cc | mcg/cg | |
| unskinned flesh | 18.4 | 27.6 | .056 | .28 | .059 | .30 | × 5 |
| skinned outer flesh | 18.4 | 24.8 | .033 | .17 | .034 | .17 | × 5 |
| skin | 16.7 | 21.3 | .025 | 2.63 | .024 | 2.52 | ×105 |
| tail flesh | 16.7 | 19.1 | .016 | .08 | .016 | .08 | × 5 |
| gills | 16.8 | 18.6 | .014 | .75 | .014 | .75 | × 53.8 |
| caudal fin | 16.8 | 20.5 | .021 | 3.80 | .020 | 3.62 | × 18.1 |
| Squid | | | | | | | |
| flesh | 17.6 | 18.7 | .013 | .39 | .012 | .36 | × 30 |
| Croaker | | | | | | | |
| skin | 16.4 | 22.4 | .031 | .16 | .032 | .16 | × 5 |
| flesh | 16.4 | 19.3 | .017 | .09 | .018 | .09 | × 5 |
| Mackerel | | | | | | | |
| skin | 19.6 | 23.5 | .022 | .22 | .021 | .21 | × 10 |
| flesh | 18.5 | 19.4 | .012 | .06 | .012 | .06 | × 5 |

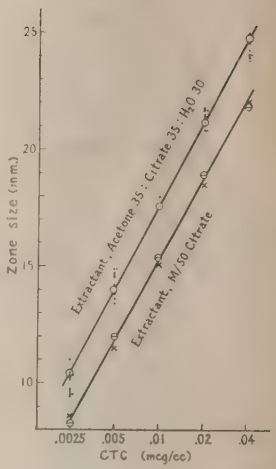



**Fig. 3.** Standard curves for acetone-containing extractant and aqueous extractant. The left curve represents the regression line.

## 摘　　要


1. 多数の試料中の CTC を定量するのに適当した簡易定量法を提案した。
2. 検定用シャーレの代りにガラス板に検定用培地を流すようにしたので，操作が極めて簡単になつた。
3. 同一ガラス板上の阻止帯の分散および各ガラス板の間の分散は互に近似していた。
4. 実験の期日を異にした阻止帯径の分散は前二者よりもかなり大であつた。
5. 実験の期日を異にした場合における標準曲線の傾斜の分散は小さかつたので，阻止帯径の大きさと CTC 濃度の対数値との関係を示す回帰直線を用いれば，阻止帯径から CTC 濃度への換算の目的で標準曲線を定量の度毎に作る必要のないことが分つた。


本研究には大田重信氏および北原慶子氏の助力を得た。また昭和 33 年度の文部省科学研究費および日本レダリー KK の援助によつて研究を遂行した。ここに特記して各位に謝意を表する。

## 文　　献


1-a) Grady, J. E. and Williams, W. L.: Antibiotics and Chemotherapy, **3**, 15 (1953). b) Broquist, H. P. and Kohler, A. R.: Antibiotics Annual (1953～1954) p. 409. c) Abbey, A., Darken, M. A., Kline, F. E., Kohler, A. R., Maturi, V. F., Miller, W. H. and Upham, S. D.: Antibiotics Annual (1956～1957) p. 831. d) Tomiyama, T., Yone, Y. and Mikajiri, K.: Food Technol., 11, 290 (1957). e) Abbey, A.: Technical Bulletin 1, Farm and Home Products-Cyanamid International-30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y. (1957).

2-a) Grove, D. and Randall, A.: Assay methods of antibiotics, A laboratory manual (Antibiotics Monographs No. 2) p. 50～52, Medical Encyclopedia. Inc., New York, N. Y. (1955). b) Yamazaki, S., Nogi, M., Takahashi, S., and Umezawa, H.: J. Antibiotics, **10**, 87 (1957).

3) 富山哲夫・津田　厚・米　康夫: 本誌, **23**, 660 (1958).

4) 富山哲夫・津田　厚・米　康夫: 本誌, **24**, 289 (1958).

5) 緒方浩一: 未発表.

# ヤツメウナギ消化管の脂質及び Vitamin A

山 田 充 阿 弥
(東海区水産研究所)

# Fat and Vitamin A in the Intestine of Lamprey, *Entosphenus japonicus* Martens.

Juami Yamada
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

In the adult lamprey, *Entosphenus japonicus* Martens, the potency of vitamin A is found at a very high level in various parts of the body. Among these parts, the alimentary canal, despite it weighing only one per cent of the body, contains the largest or nearly one half of the total vitamin A in the body as reported by Higashi *et al.*

Curious to know why such a large amount of vitamin A is concentrated in that organ, the author assessed the oil and vitamin A in the tissue as well as the contents of alimentary canal and obtained the following results:

1. Vitamin A in the alimentary canal oil was determined at the levels of 614,000 and 1,150,000 I. U. per gram on the sample materials I and II of the mature fish which were caught in a spawning stream of Yamagata Prefecture in February and May 1958, respectively. Perhaps the latter value is the highest of vitamin A ever known on any natural materials. The calculation showed vitamin A of 42,000 and 327,000 I. U. per gram of the tissue on the samples I and II. The vitamin A concentration in the alimentary canal contents was assessed at a level much lower than of the tissue (Table 1).

2. A greater part of the vitamin A was found in the ester form with the amount of free form larger in sample II than sample I (Table 3).

3. Nearly 75 per cent of unsaponifiable matter of the alimentary canal tissue consisted of vitamin A, indicating a unique character that has never been observed in vitamin oils from any other species of fish. On the other hand, the unsaponifiable matter in the alimentary canal contents revealed little vitamin A but much sterols (Table 2).

4. A postulation explaining high concentration of vitamin A in the alimentary canal of the lamprey is proposed as follows: When the lamprey return to the fresh water for spawning, they seem to consume more fat and protein than vitamin A which have been stored abundantly in various parts of the body during their sea life. In consequence a portion of vitamin A which becomes exceedingly high beyond a limit acceptable to the tissues of the other organs and muscle, will be transported from these parts to the alimentary canal tissue and then excreted from the tissue to the inside of the canal. In other words, most of vitamin A of the alimentary canal contents do not seem to be the remains of food but those excreted from the canal.

## 緒 言

ヤツメウナギは体中に極めて濃厚に A を含むが，体各部の A の分布も一般魚類とは著しく異なつた特殊の魚である。中でも特異なことは消化管及びその内容物の A が極めて濃厚であり，消化管の重量は体重の僅か 1% にしか当らないが，その組織中に存在する A の総量はその魚体全体の A の約 30～50% を占め，

1958 年 12 月 12 日受理 東海区水産研究所業績 B 第 305 号

消化管内容物のAをも合せれば更にそれを上まわる[1]。東等はこの多量のAはヤツメウナギの天然餌料の未吸収残留物ではなく恐らく消化管中に分泌されたものであろうとのべている。

ヤツメウナギがどうして体各部，殊に肉にAが著しく多いか，またそれがどのような生理的意義を有するかなどの問題に関しては始んど明らかにされていない。著者はこの点の手掛りを得ることを期待して消化管及びその内容物のAの量や脂質の性状及びそれらの量的関係を調べた結果を報告する。

## 試料並びに実験方法

実験に供した消化管 Sample I は 1958 年 2 月中旬 32 尾の魚体から摘出し，Sample II は同年5月下旬 20 尾から摘出したものである。

試料魚はいずれも山形県最上川産で，漁獲後現地で数日間生殺(いけじめ)*され活魚のまま都内に輸送されたものである。採集した消化管は直ちに内容物を分離し，無水芒硝とエーテルで油分を抽出した。Aの測定は不鹸化物の Oser 補正法，エステル型及び遊離型Aの分離定量は藤田・青山法[2]，ステロールはデギトニン沈殿法によつた。

## 実験結果

### (1) 消化管及びその内容物のA含量

採集した消化管及びその内容物のA含量を測定し Table 1 の結果を得た。即ち消化管脂質のA濃度は Sample I は 61.4 万 I. U., Sample II は 115 万 I. U. で著しく高く，殊に後者のごときは従来知られている天然物中最高の値であろう。また組織 1g 当りのA含量は Sample I は 4.2 万 I. U., Sample II は 32 7 万 I. U. であつた。

**Table 1.** Vitamin A and oil in the alimentary canal and its contents of the lamprey.

| Sample number | Number of fish from which the samples were collected | Canal tissue or contents | Avarage weight (g) | Oil content (%) | V·A in oil (I.U./g) | V·A in the sample (I.U./g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 32 | Tissue | 1.97 | 6.88 | 614,000 | 42,200 |
| | | Contents | 1.29 | 4.20 | 62,000 | 2,600 |
| II | 20 | Tissue | 0.525 | 28.40 | 1,150,000 | 327,000 |
| | | Contents | 0.250 | 11.72 | 305,000 | 35,800 |

内容物のA濃度は消化管組織中のそれよりは遙かに低いが，マグロ類，サメ類等の肝臓に比べれば相当に高い値である。

Sample I と II を比較すると後者は前者に比し消化管，内容物共に平均重量が少なく含油量が高く，A濃度は著しく高い。

### (2) 不鹸化物及びステロール含量

消化管及びその内容物の不鹸化物，ステロール含量を Table 2 に示す。即ち消化管油の不鹸化物含量は Sample I は 27.6%，Sample II は 42.9%，不鹸化物のA濃度は Sample I は 246 万 I. U., Sample II は 247 万 I. U. でAは不鹸化物に対しそれぞれ

**Table 2.** The content and composition of unsaponifiable matter of the sample oil.

| Sample number | Alimentary canal tissue or contents | Content of unsaponifiable matter of oil % | Composition of unsaponifiable matter V·A % | Sterol % | Other substances % |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Tissue | 27.6 | 74.5 | 12.65 | 12.85 |
| | Contents | 10.8 | 12.0 | 56.70 | 31.30 |
| II | Tissue | 42.9 | 74.9 | 5.86 | 19.24 |
| | Contents | 20.4 | 46.2 | 17.02 | 36.78 |

* 採捕後数日間生簀に入れ，輸送中の斃死を防ぐ。

74.5%, 74.9% を占めている。A とステロールの量を合計すると不鹸化物に対し Sample I は 87.2%, Sample II は 80.2% に達する。Aとステロール以外の画分については今回は検索しなかつた。内容物中のステロール含量は不鹸化物に対し Sample I は 56.70%, Sample II が 17.02% で消化管のそれのほぼ 3～5 倍の量である。

(3) 遊離及びエステル型A

消化管及び内容物につき A を遊離型及びエステル型に分離して定量し Table 3 の結果を得た。即ち A の大部分はエステル型であるが，遊離型 A の含量は Sample II の消化管は Sample I のそれよりも遙かに高かつた。内容物には組織に比べ遊離型が多く且つ Sample II は I の2倍の値を示した。

**Table 3.** Ratio of vitamin A ester and free vitamin A in the alimentary canal and its contents.

| | Sample | Free form % | Ester form % |
|---|---|---|---|
| I | Tissue | 3.7 | 96.3 |
| | Contents | 12.4 | 87.6 |
| II | Tissue | 16.3 | 83.7 |
| | Contents | 26.3 | 73.5 |

**Table 4.** Difference in the vitamin A content of the alimentary canal and its contents by anatomical position.

| Sample | Anatomical position* | Weight g | Oil content % | V·A in oil I.U./g | V·A in the sample I.U./g |
|---|---|---|---|---|---|
| Alimentary canal | Anterior part | 0.16 | ... | ... | 26,900 |
| | Posterior part | 0.11 | ... | ... | 87,200 |
| Contents | Anterior part | 0.10 | 2.46 | 27,100 | 1,100 |
| | Posterior part | 0.11 | 4.26 | 292,000 | 12,400 |

* Although alimentary canal was divided into three portions, the middle part was not used for assessing vitamin A.

(4) 同一消化管の部位による A 含量の差異

ヤツメウナギの消化管は直線的な一本の管であるが，その部位による A 含量を検した。即ち消化管（全長約 21 cm）を三等分し，中央部を除き前部（胃に相当する部分であろう）と後部につき A 含量を比較した結果は Table 4 のごとくである。A 濃度は前部に比べ後部が約3倍も高く，また内容物においても後部は前部の 10 倍も濃厚であつた。

## 考　　察

以上のごとくヤツメウナギ消化管の油，特にその不鹸化物の性状は一般魚類の肝油とは著しく異なつている。即ちマグロ類，サメ類の肝油においては A が濃厚な場合でも A は不鹸化物に対し通常 30% 以下であり，ステロールは 10～50% を占めるが，ヤツメウナギの消化管の不鹸化物においては A が約 75% を占め，その他の成分は僅か 25% に過ぎない。本実験においてはグリセライドの量を測定しなかつたが，仮に本試料中のエステル型 A を炭素数 16 の脂肪酸エステルとして計算し，これに遊離型 A 及び他の不鹸化物を加えると全油に対し Sample I の消化管は 43% 以上，II は 66% 以上となる。従つてグリセライドの量は I は多くても 57% 以下，II は 34% 以下という計算になる。

このように消化管の油の性状が特異であり，殊に産卵期のものに著しいことの理由については本実験の範囲では明らかでないが，ヤツメウナギが溯上前に充分にAを貯蔵しており，河川を溯上し産卵するため肉質を消耗するが，この肉質消耗に際しAは他の脂肪，蛋白ほどには消費されずに体中に残り，この多量の過剰のAが消化管にも集積されてくるためではないかと考える。この点については続報に吟味する予定である。

## 摘　　要

1. ヤツメウナギ消化管とその内容物の油及び A の性状を検した。

2. 消化管の油のA濃度は著しく高く，2月に採取した試料Ⅰでは 61.4 万 I.U./g，5月に採取した試料Ⅱでは 115 万 I.U./g 万であつた。後者は従来知られた天然物中最高の値であろう。組織 g 当りについてもⅠは 4.2 万，Ⅱは 32.7 万という極めて高い値を示した。内容物の油のA濃度はそれらより遙かに低かつた。
3. 消化管のAの大部分エステル型で存在する。ⅡはⅠよりも遊離型がやや多く，また内容物は消化管よりも遊離型が多い。
4. 消化管不鹸化物中，Aは約 75% を占め，このように不鹸化物中のA濃度が高い例は一般魚類の高単位肝油にも殆んど例をみない。内容物の不鹸化物は消化管のそれよりもAが少なく，ステロールが多い。

本実験に当り御指導を頂いた当研究所，東利用部長，平尾ビタミン科長に厚く謝意を表する。

## 文　　献

1) 東・平尾・山田・菊地：ビタミン，**13**，237，(1957).
2) 藤田・青山：ビタミン，**4**，176，(1957).

# 抄　　録

**正常鯉及び腹水病鯉の血液蛋白質に関する研究**
H. FLEMMING: *Zeit. f. Fischerei*, Bd. VII Heft 1/2, 91～152 (1958).　本報では正常鯉，伝染性腹水病鯉，人工的に免疫した鯉及び越冬後の鯉の血液蛋白質の変化をしらべ，それにより疑わしい鯉 stock 中で腹水病の早期診断や処置の方法を見出そうとした。全蛋白量，residual-N 量は Kjeldahl 法により定量。globulin, albumin の全蛋白に対する % は Medes の中性塩沈澱法及び沪紙電気泳動法を用いて定量された。(albumin, $\alpha_2$-, $\beta$-, $\gamma$-globulin) 定性的には Weltmann 反応 (Weltmann の凝固帯) 及び硫酸カドミウムによる turbidity test が血清コロイドの安定性を調べるため用いられた。正常な $K_2$ (2年鯉) の平均全蛋白量は 2.73g/% (100cc 中の g) である。コンクリート容器中で越冬後の $K_2$ の血清全蛋白量は 0.72g/% である。池の中で越冬した $K_2$ の全蛋白量は 1.0g/%，他の一例では 2.4 g/% であつた。腹水病の $K_2$ では全蛋白量はいつでも正常以下であり，急性の腹水病鯉では 1.2g/% である。人為的に伝染せしめた $K_2$ では全蛋白量は 1～4g/% の間を異常に変動する。residual-N 量では正常鯉 25～90 mg/100 cc，飢餓鯉 11～56 mg/100 cc，腹水病鯉 12～53 mg/100 cc である。albumin 及び $\alpha_1$-globulin は全蛋白量の 31.6～37.9%，$\alpha_2$-globulin 16.3～25.0%，$\beta$-globulin 21.0～27.0%，$\gamma$-globulin 17.1～27.4% の間を変動する。越冬鯉では全蛋白量は減少するが，全蛋白量に対する albumin, globulin の % は殆ど変らない。急性腹水病鯉では全蛋白量は減少し，albumin % は激減する。$\gamma$-globulin % は僅か増加する。すべての fraction は絶対量では正常以下である。慢性（潰瘍性）腹水病鯉では各 fraction は全蛋白に対する % も絶対量も非常に大差がある。人為的に伝染せしめた鯉では fraction により増加，減少を示す。伝染性腹水病の病因は blood plasma の生理的構造を維持出来ないことに因るといわれる。albumin, globulin % の減少により，血清コロイドの滲透圧が低下し water economy が強化され水腫，眼球突出，腹水を生ずる。健康鯉の正常値としては Weltmann band は test tube 3 または 4 に凝固を生じたが，腹水鯉の場合では test tube +1, −1 と凝固帯の短縮（凝固域値の増加）を生じた。正常鯉血清は硫酸カドミウムの turbidity test で僅かの濁りを生ずるが，病鯉では強く濁る。血中全蛋白量が冬期激減しているという事実は腹水病の発現について越冬という条件が重要な事を示す。越冬後弱つた飢餓鯉は抗元 (pseudomonus punctata のワクチン) 接種後 agglutinine をつくらないが，これは血清中の全蛋白量の低いためと思われる。病鯉腹水中の全蛋白量は 0.5～1.4g/%，residual-N は 27～29 mg/% である。人為的に伝染せしめた鯉の全蛋白量は 0.2～2g/%，residual-N は 14～80 mg/% である。腹水中の蛋白含量が変動が多いが高含量であることは腹水病の症状がいろいろ異つて発現することを示している。今迄の結果では早期診断はむつかしいが，健康鯉を管理し適時に対応処理をとることは可能であると考えられ，越冬鯉で条件の悪い鯉は stock から除外すれば損害をさけられよう。（浅野）

**アラスカ Karluk 河のベニザケ減少の原因**
G. A. ROUNSEFELL: *U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull.*, **58** (130), 83～169 (1958).

Karluk 河産ベニザケだけの漁獲量を分離して，附近の他の河川の漁獲量と比較すると，その変動がよく一致しているので，共通要因が作用していると考えられる。気象要因，カラフトマスの年，2～3 年前のベニザケの年級の大きさが再生産に影響することを知り，これらを補正して親と子の量を比較すると，ドーム形の再生産曲線が得られた。そして 1928 年以前とその後で再生産曲線の異なることが知られた。なぜ近年の生残りが悪くなつたかについては，物理的要因はその長期的変化がみられないこと，漁獲の影響は，再生産曲線からいつて産卵量が過少とはいえず，また Karluk のベニザケが単一のストックであつて部分的乱獲のおこり得ないことから，いずれも否定される。考えられることは，周期的変動がなくなつて predator に対する control がきかなくなつたこと，湖滞在期間が長くなつたこと，或は湖の生産力の低下により成長がおそくなつたこと，などによる食害の増加である。初期及び末期の産卵では，環境が不適で生残りが悪いと思われるので，この時期の漁獲率を高め，中期の漁獲率をよわめることによつて，生産の増加が期待される。（田中）

**乳酸菌醗酵における醋酸乳酸比の変化**　M. D. CHRISTENSEN, MARGARET N. ALBURY and C. S. PEDERSON: *Applied Microbiology*, **6**, 316～318 (1958).　トリプトン 0.5%，酵母エキス 0.25% 及び塩類を含む基礎培地に糖を加えた培地をつくつた。糖としてはブドウ糖，果糖，蔗糖を炭素として 20～2000 mg% の種々の濃度に添加した。本培地に同形醗酵菌及び異形醗酵菌に属する種々の乳酸菌々株を接種し 32°C で醗酵を行わせた後に，生成した $CO_2$，醋酸及び乳酸量を測定した。同形醗酵菌では $CO_2$ 及び醋酸の生成量は少く，その量は糖の種類及び濃度に関係がなかつた。しかし乳酸量は糖濃度が大きい場合には増大し，したがつて醋酸乳酸比は小となつた。異形醗酵菌の中の *Lactobacillus brevis* は糖濃度が高い場合に乳酸量の増加に伴つて $CO_2$ 及び醋酸の量もかなり増大したが，なお醋酸乳酸比は小さくなる傾向であつた。また *Leuconostoc mesenteroides* では糖濃度による醋酸乳酸比の顕著

な変化は見られなかつた。(堀江)

**脂肪酸のペーパークロマト** P. E. BALLANCE and W. M. CROMBIE: *Biochem. J.* **69**, 623 (1958). 種々の逆相ペーパークロマトによつて 40 以上の純脂肪酸の分離について述べ，それらの構造と $R_F$ との関係を論じた。$C_{12}-C_{22}$ の飽和或は不飽和脂肪酸を分けるには展開剤としてパラフィン/含水醋酸，ヒドロキシル・グループが一つ以上ある酸を分けるにはヒマシ油/含水醋酸の溶剤系を用いるのがよい。また，定量的方法としては，dithio-oxamide による銅石鹸の反応によつて作られる緑色化合物を光学的に測定するのがよく，この方法によれば各スポット中にある 1～70$\mu$g の酸，混合脂肪酸として 140$\mu$g 迄定量出来る。天然の飽和或は不飽和混合脂肪酸については，そのまま，或は還元したり，酸化したりしたものをクロマトにかけ，分析値を比較した。これらの分析には全部で 5mg の脂肪酸があれば十分間にあう。(山川)

**脂肪誘導体のガスクロマト** W. E. LINK, H. M. HICKMAN and R. A. MORRISSETTE: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **36**, 20 (1959). $\alpha$-オレイン同族列，n-炭化水素，n-ニトリル，n-アルコールの分離にガスクロマト法を応用した。ガスクロマトはいろいろな物質の分析に応用できるすぐれた方法で，次のような利点がある。すなわち，a) 分離された区分がきわめて純すいになる。b) 操作が簡単で，従来の液体クロマト法でやつと 1 区分を分別する時間で，全部の分析がおわる。c) 再現性がよい。d) 試料の量が少くてすむ。e) 分析に要する経費がやすくてすむ。これらの事実はこの方法が脂肪の研究に有益な分析手段であることを示している。この方法で脂肪誘導体の炭素数をはかることは大ていできるが，似かよつた炭素数の不飽和脂肪酸メチルエステルの分離はまだ非常に時間がかかり，うまくいかない。しかし，新しい選択性の強い展開剤の出現や，新しい技術によつて，不飽和アルコール，その他不飽和脂肪誘導体の分離はもつと改善されるにちがいない。(山川)

**肉類の脂肪の溶剤抽出に対する乾燥処理の効果** L. K. ARNOLD and P. R. HSIA: *J. Agricultural and Food Chem.* **6** (3), 231～232 (1958). 脂肪乾燥肉を製造する際に脂肪の除去を効果的に行うため，あらかじめ肉を真空凍結乾燥やアルコール脱水等の前処理をしてから溶剤で抽出する方法を検討した。鯉肉で行つた実験では生肉の水分は 75%，脂肪は 12～16% であり，真空凍結乾燥した肉の水分は 12.7% であつたが，この二種の擂潰した肉の脂肪を trichloroethylene で抽出した場合真空凍結乾燥した肉は生肉に比して脂肪は速やかに抽された。抽出温度は 80°，110°，120°，140°F で行つたが 140°F の場合が最も効果的であつた。豚肉についても魚肉の場合と同じ結果が得られた。アルコール脱水処理の影響は豚肉について行つたが，無水アルコールが脱水効果最も大きく豚肉の水分 68.4% が 11.7% に減少し脂肪の抽出速度は最も早かつた。またアルコール脱水した後，室温でアルコールを蒸発乾燥した肉の方が，アルコールを含んでいる肉に比して脂肪の抽出速度は早かつた。抽出温度は 75°F で行つた。魚肉についても豚肉の場合と同じような効果があるものと考えられる。(野中)

**$\gamma$-線を照射した肉より発生する methyl mercaptan の微量定量法** R. A. SLIWINSKI and D. M. DOTY: *J. Agricultural and Food Chem.* **6**, 41～44 (1958). 肉を $\gamma$-線照射によつて殺菌すると硫化水素や methyl mercaptan のような硫化物を発生する。この methyl mercaptan を N, N-dimethyl-*p*-phenylenediamine と反応させて水溶性の赤色錯塩を生ぜしめ，その濃度を 500 m$\mu$ に於ける吸収から定量する方法を検討した。装置は試料採取用の大型試験管と，試料から発生した methyl mercaptan を捕集する 6 m*l* と 12.5 m*l* に目盛のある捕集用試験管を冷却器を通して接続したものである。試料用試験管には十分に擂潰した供試肉 20g と蒸溜水 50 m*l* を入れ，湯煎で 58°C に保ち，また methyl mercaptan 捕集用試験管には 6 m*l* の 5% 酢酸第二水銀溶液を入れて 0°～4°C に保ち，0.5 ft³/hr の流速で窒素ガスを 4 時間通じる。次に捕集用試験管に 1.5 m*l* の amine 溶液 (5.0 g の N, N-dimethyl-*p*-phenylenediamine hydrochloride を 1 *l* の濃塩酸に溶解したもの) と 0.5 m*l* の Reissner 溶液 (67.6 g の塩化第二鉄 6 水加物を水に溶かして 500 m*l* にしたものと，比重 1.42 の硝酸 72 m*l* を含む硝酸 500 m*l* を混合したもの) を加えて 10 分間振盪し，更に蒸溜水を加えて全量を 12.5 m*l* にして室温に 30 分間放置した後，分光々度計で 500 m$\mu$ に対する吸収を測定し標準曲線より methyl mercaptan の量を算出した。この方法によれば 5～110$\gamma$ の methyl mercaptan を定量することが出来た。(野中)

**タラ (cod) 筋肉のせんい性蛋白の分子量と形状** J. J. CONNELL: *Biochem. J.*, **70**, 81～91 (1958). cod のアクトミオシンに ATP または PP (ピロリン酸塩) を加え超遠心分離法にて調製した cod ミオシン等について，各種の方法により分子量及び分子形状を研究した。cod ミオシンの沈降定数 $S_0$ は $6.43\times10^{-13}$，拡散定数 $D_0$ は $1.10\times10^{-7}$ cm²/sec で，これらより計算される分子量は 530,000，摩擦比 3.62，10 及び 30% 水和量に対する軸比それぞれ 70 及び 60 であつた。ARCHIBALD の方法で沈降図より求められた分子量は 590,000 となり，$[\eta]$ は 1.80，これより計算される軸比は 10 及び 30% の水和量としてそれぞれ 58 及び 50 となつた。cod のアクチン (Cr) も超遠心分離法で精製された。その沈降定数 $S_0$ は $3.3\times10^{-13}$ で，前報の拡散定数 $D_0$ $2.3\times10\times^{-7}$ cm²/sec と組合わせると分子量 130,000，摩擦比 2.7，水和量 30% としたとき

比 25 となつた。cod のアクトミオシンの濁度測定より計算された分子量は 6～80,000,000 となつた。これらの値はウサギのミオシン，アクトミオシン，アクチン等について既に発表された値に概ね近似しているが，cod のミオシンはウサギのミオシンに比べ著しく不安定で凝集し易い点に大きな特色がある。この凝集現象には SH 基は関与していないと推定される。(松本)

**水産動物筋肉の遊離イミダゾール化合物の含有量** A. LUKTON and H. S. OLCOTT: *Food Research*, **23** (6), 611～618 (1958). タラ筋肉中には anserine を *l*-methylhistidine と *β*-alanine に分解する酵素 anserinase が含まれているといわれている。しかし著者の予備実験ではマグロ類の筋肉中には約 1% に達する anserine が含まれているが，anserinase 活力は殆んどみられなかつた。そこで anserine ならびに類似 imidazole 化合物について詳細な研究を行つた。分析はイオン交換樹脂 Dowex 50-X 4 を用うるカラムクロマト法により，histidine, *l*-methylhistidine, carnosine, anserine を定量した。研究材料には海産魚 23 種，板鰓類 2 種，淡水魚 6 種，軟体動物および甲殻類 6 種，海産哺乳動物 2 種を用いた。マグロ・カツオ類は比較的多量の anserine (5～39$\mu$ moles/g) と histidine (11～77$\mu$M) を有し，サケ，カジキ，ギンダラは anserine のみが多く (11～26$\mu$M)，サバ，イワシ，ニシンは histidine のみが多い (15～49$\mu$M). 一般に普通肉は血合肉よりも imidazole 化合物の含量が大である。(須山)

**東南アラスカ産ベニザケ（ベニマス）の成分** C. E. THURSTON: *Food Research*, **23** (6), 619～625 (1958). ベニザケを輪切りにして頸部，中央部，および尾部肉をとり，またこれらを脊部，側線部，腹部に細別して各試料肉につき水分，脂肪，蛋白，灰分，Na, K を定量している。ベニザケは 1956 年の漁期の初期，中期，および後期に漁獲し，多くの検体について，大きさによる差，雌雄による差などをみている。(1) これらの成分は体の部位による差が大きい。(2) 殊に脂肪含有量は差がいちじるしく，脊部がもつとも大で，側線部，腹部の順になつている。(3) 脂肪含有量は水分と相反する関係にある。Na 含有量は灰分量の少い部位に蓄積しているが，K は蛋白含有量の多い部位に多い。性別，大きさの差などによる成分組成の相違は成熟度による相違にくらべて程度が少いようである。(須山)

**動物飼料としてのスズキおよびニシンの鱗** N. I. LEMACK, G. E. LIVINGSTON, L. R. PARKINSON, and C. R. FELLERS: *Food Research*, **23** (6), 684～692 (1958). 魚鱗の成分および白ネズミや鶏に与えたときの飼料効果について研究している。ocean perch (*Sebastes marinus*) の鱗 (乾燥粉末) とその加水分解物，Atlantic herring (*Clupea harengus*) の鱗 (乾燥粉末) の成分はそれぞれ水分 (2.3, 1.8, 0.5%)；蛋白 (49.3, 34.0, 71.6%)；脂肪 (1.1, —, 0.5%)；灰分 (47.3, 60.1, 27.4%)；Ca (14.4, 10.5, 9.0%)；P (7.9, 5.5, 5.1%)；K (—, 0.17, 0.07%)；Na (—, 1.2, — %)；NaCl (—, 3.05, — %)；リボフラビン (—, 0.177, — mg·%)；ビタミン $B_{12}$ (0.044, 0.002, 0.043$\mu$g/g) であつた。これらを基本飼料または魚粉に種々の割合で混じて白ネズミおよび生後 1 日目の鶏雛に与えて体重増加を測定した結果では，鱗粉や同加水分解物の混合割合が多いほど生長はおくれるが，しかし ocean perch の鱗では魚粉に 10～30%，herring の鱗では 30% ぐらいまで混じてもさしつかえないといつている。(須山)

# 雑　　録

## ○ 中国四国支部2月例会　昭和34年2月14日　於農林省水産講習所

1. 二艘曳汽船底曳網の模型実験 (1)　谷口武夫（水講）
2. 油糅の検討（其の2）　松沢定五郎・上田正（水講）
3. 非鉄金属工場廃水による浅海の汚濁について（其の1）　赤築敬一郎・早川万彦（水講）
4. 酸性廃水の石灰石処理について　赤築敬一郎・鬼塚正光（水講）
5. 稚鯉の出納窒素量について　赤築敬一郎（水講）
6. ヨウジウオの生殖発生及び養成稚魚について　高井徹・溝上昭男（水講）
7. トラフグの漁業生物学的並びに養成に関する研究（其の1，其の2，其の3）　高井徹・溝上昭男・松井魁（水講）

# 会　　告

## 「日本学術会議第五期会員の選挙」について

本記公告方学術会議より依頼をうけましたから御知らせ致します。

**1. 選挙期日および選挙権，被選挙権について**

従前の選挙期日より 20 日早く，本年 11 月 20 日に，日本学術会議第5期会員の選挙が行なわれますが，選挙し，または選挙されるためには，日本学術会議事務局に備えた有権者名簿に登録される手続をとらねばなりません。

**2. 選挙規則改正の要点について**

今般日本学術会議会員選挙規則の一部が改正されましたから，特に左記事項に御留意下さい。

**1. 第4期（昭和 31 年の選挙）有権者の登録手続**

第4期に有権者であった者は，引続き次回選挙の有権者となるために，あらためて登録用カードを提出する必要はなくなりました。第4期有権者については，第5期会員選挙のための資格審査を，第4期会員選挙の際提出された登録用カードにより行ない，その結果不認定となった方には，不認定通知を2月上旬に発送しました。それ以外の第4期有権者はすべて認定されていますから，今回あらためて登録の手続をする必要はありません。

しかし，第4期に登録されている所属以外の部または専門で第5期の登録を求めようとする方は，「第5期の登録に際しては，現在の所属部または専門への登録を希望しない旨」の申請書（本人が署名押印のこと）を添えて，きたる5月8日までに，次の2項に準じ新たに登録を求めて下さい。

**2. 第4期有権者以外の有資格者の登録手続**

第4期有権者以外の有資格者が新たに登録を求めようとするときは，登録用カードを随時提出できます。但し，第5期会員選挙の有権者となるためには，きたる5月8日までに本管理会に同カードを必着するように提出しなければなりません。

5月9日以後に到着した登録用カードは，本管理会で整理保管して，次回（昭和 37 年）の会員選挙の登録用カードとして取扱います。

**3. 有権者の異動届**

有権者は，氏名，現住所，本籍地，勤務機関および職名，勤務地のいずれかに異動があったときは，その都度直ちに，本人から直接左記様式第1により，本管理会に届け出なければなりません（本人死亡のときは遺族より）。もしこれを怠るときは，選挙権を行使できないことがあります。投票実施後もこの届は励行して下さい。

**3. 登録用カード用紙の請求について**

1. 登録用カード用紙の請求は個人ごとに請求する建前になっていますから，別紙様式第2により葉書で本管理会宛に請求して下さい。
2. 便宜上大学，研究機関に対して，第4期有権者以外の有資格者の名簿提出を依頼し，その提出された名簿に基き，本管理会より登録用カード用紙を各人あて送付します。従って，本管理会より名簿提出を依頼された大学，研究機関に現在勤務している方は，なるべくその所属機関を通じて登録用カード用紙を請求して下さい。

この際大学，研究機関からの名簿による登録用カード用紙の請求と，個人請求とが重複しないよう特に注意して下さい。

様式第1　（用紙葉書）

日本学術会議会員選挙　有権者異動届

| | | |
|---|---|---|
| 一、氏名 | （新） | （旧） |
| 二、現住所 | | |
| 三、本籍地 | | |
| 四、勤務機関及び職名 | | |
| 五、勤務地 | | |

右のとおり異動がありましたからお届けします

昭和　年　月　日

第〇部〇〇学〇〇地方区

氏（ふりがな）

名㊞

日本学術会議中央選挙管理会　御中

様式第2　（用紙葉書）

登録用カード用紙請求書

氏　名（ふりがなを必ずつける）

現住所

勤務先・職名（または自営の職業名）

備考　1　有権者が現在の所属以外の部または専門で次回の登録を求めるときの申請書はこの様式によらないこと。

2　登録用カード提出者が，有権者名簿に登録される以前において異動があったときは，本様式により異動届を提出されたい。但しその場合は標題を「登録用カード提出者異動届」とすること。

3　本人死亡のときは，遺族より（本人との続柄を明記し）この様式に準じ，死亡年月日を届け出ること。

Vol. 24, Nos. 6 & 7 正誤表

| 頁 | 行 | 誤 | 正 | |
|---|---|---|---|---|
| 403 | 12 | Maleagrina | Mereagrina | (研究材料の項) |
| | 23 | 〃 | 〃 | ( 〃 ) |
| | 25 | 〃 | 〃 | ( 〃 ) |
| | 33 | Dignet の次，研究材料の項に Meleagrina margaritifera を入れる。論旨の項を次の如く訂正する。「寄生物や刺戟の原因となるものを除去する生理作用の結果である」 | | |
| 405 | 下より9 | 「Dignet (1899) が真珠袋と命名したことも画期的の研究であるが」を削除する。 | | |

No. 10

| | 誤 | 正 |
|---|---|---|
| 788 上から5行 | 20′s 9/3 | 18′s 9/3 |


## 会誌 論文集 合本用ファイル (B5判) 実費頒布御通知

水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

昭和23年度 (14巻) 迄は1冊に2ヶ年分が入ります。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあげず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

頒価 ￥120 〒￥20

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。



昭和三十四年三月二十日 印刷
昭和三十四年三月二十五日 発行

第二十四巻 第十一号

本号定価 150 円
(送料別)

編集兼発行者 大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内

発行所 日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学内
振替口座 東京 59529番
電話 (45) 2200番

印刷者 笠井康頼

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

発売所 株式会社 国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町1の10
電話九段 (33) 0623

# DeLury の資源量推定法の推定値に対する信頼区間について

能勢幸雄
(東京大学農学部水産学科)

# On the Confidence Limits Corresponding to the Estimate Obtained by DeLury's Logarithmic Catch-effort Method.

Yukio Nose
(Fisheries Institute, Faculty of Agriculture, University of Tokyo)

Supposing that the relationship between ln $C(t)$ and $E(t)$ is a simple regression, the author introduced an equation which gives the confidence limits corresponding to the estimate obtained by DeLury's logarithmic catch-effort method. The $(1-\alpha)$ % confidence limits for $N$ are given by the roots of the quadratic equation:

$$N^2\left[\hat{k}^2 - t_\alpha^2 s^2(c_{22} - 2\hat{k}c_{12} + \hat{k}^2 c_{11})\right] - 2\hat{k}\cdot\widehat{kN}\cdot N + \widehat{kN}^2 = 0$$

where $t_\alpha$ is the value of $t$ at the $\alpha$ % level for $n-2$ d. f. and $c_{11}$, $c_{12}$ and $c_{22}$ are the elements of inverse matrix of the normal equations which determine $k$ and ln $(kN)$.

The author ascertained that the equation is available to roughly check the accuracy of estimate, by comparing the confidence limits calculated by this method with that obtained from $K(t)-C(t)$ relationship; the source of data being that of Japanese common goby, *Acanthogobius flavimanus* in the northern part of the Tokyo Bay.

## I. まえがき

DeLury[1),2)] の単位漁獲努力あたり漁獲量 (以下 C.P.U.E. と略記する。) を用いる資源量推定法はその適用条件さえ充分に満たされるなら疑いもなくすぐれた方法であり*, この方法をそのままの形で用いて資源量推定を行なつた例[3),4)], あるいは多少修正した形で添加量, 逸散量, 自然自亡率などの推定に用いた例[5),6),7)] も少なくない。

ところで, DeLury の方法は, (1) 漁獲量の累積和に対する C. P. U. E. の回帰を使う方法と, (2) 漁獲努力量の累積和に対する C. P. U. E. (対数変換した値) の回帰を用いる方法の2つがあり, どちらの方法でもほぼ近似した値が得られる。しかし, 推定値に対する信頼区間は (1) の場合についてだけ与えられており, (2) の場合について報告されたものを見かけない。

この報告では, (2) の場合について実用的に信頼区間を与える式をみちびくとともに, 実際にその式を東京湾**のマハゼ (*Acanthogobius flavimanus*) のデータに使用して, その実用性を吟味してみた。

本文に入るにさきだつて, この研究をするきつかけを与えて下さつた淡水区水産研究所の白石芳一技官, ご助言をいただいた東海区水産研究所の田中昌一技官および常にご指導をいただいている檜山義夫教授に感謝の意を表したい。

1958 年 12 月 4 日受理

* Cooper と Lagler[8)] は Navy bean を用いて, 実験的に DeLury のモデルの成り立つことを確かめている。

** 東は荒川放水路から西は東京港導流にいたる地先海面。

## II. 式 の 誘 導

ある時間間隔で C. P. U. E. と努力量のデータが利用できる時，二，三の仮定のもとに DeLury は (1) の直線式をみちびいた。

$$\ln C(t) = \ln (kN) - kE(t) \tag{1}$$

ただし，　$C(t)$：C. P. U. E.

$E(t)$：累積努力量

初期資源量の推定値 $\hat{N}$ は

$$\hat{N} = \frac{\text{Antiln } k\widehat{N}}{\hat{k}} \tag{2}$$

で与えられる。

さて，(1) 式を単純な直線回帰とみなすと，$\ln (kN)$ と $k$ の分散および共分散の期待値は，(3) 式で与えられる。

$$\left.\begin{aligned} V\{\ln (k\widehat{N})\} &= c_{11}\cdot\sigma^2 \\ V\{\hat{k}\} &= c_{22}\cdot\sigma^2 \\ V\{\hat{k},\ \ln (k\widehat{N})\} &= c_{12}\cdot\sigma^2 \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

ただし，$c_{11}$, $c_{12}$, $c_{22}$ は $k$, $\ln (kN)$ を求める正規方程式の逆行列の要素であり，$\sigma^2$ は回帰からの分散である。

いっぽう，(2) 式から $\hat{N}$ の分散，$V\{\hat{N}\}$ は近似的に (4) 式で与えられる。

$$V\{\hat{N}\} = \frac{1}{k^2}\left\{N^2 V\{\hat{k}\} + V\{k\widehat{N}\} - 2N\cdot V\{\hat{k},\ k\widehat{N}\}\right\} \tag{4}$$

したがつて，(3) 式の $V\{\ln k\widehat{N}\}$ から (4) 式中にある $V\{k\widehat{N}\}$ が，また $V\{\hat{k},\ \ln (k\widehat{N})\}$ から $V\{\hat{k},\ k\widehat{N}\}$ がみちびければ $V\{\hat{N}\}$ が求まることになる。

いつぱんに，$(kN)$ の（変化）があまり大きくなければ (5) 式のなりたつことがわかつている[9),10)]。

$$V\{k\widehat{N}\} = (k\widehat{N})^2 \hat{V}\{\ln k\widehat{N}\} \tag{5}$$

また，同様に (6) 式が成り立つと考えられる*。

$$V\{\hat{k},\ k\widehat{N}\} = (k\widehat{N})\, V\{\hat{k},\ \ln k\widehat{N}\} \tag{6}$$

こうして，(3)，(4)，(5)，(6) 式から，$V\{\hat{N}\}$ がみちびける。すなわち，

$$V\{\hat{N}\} = N^2\cdot s^2\left\{\frac{c_{22}}{k^2} - 2\frac{c_{12}}{k} + c_{11}\right\} \tag{7}$$

ただし，$\sigma^2$ をその推定値 $s^2$ でおきかえてある。

$N$ の分布は未知であるが，近似的に正規分布にしたがうと仮定すると

$$t = \frac{N - \hat{N}}{\sqrt{V\{N\}}} \tag{8}$$

なる $t$ は $t$ 分布をする。

(8) 式に (7) 式を入れて整理すると，

$$N^2\left[\hat{k}^2 - t^2(\alpha,\ \phi)\, s^2(c_{22} - 2\hat{k}c_{12} + \hat{k}^2 c_{11})\right] - 2\hat{k}\cdot k\widehat{N}\cdot N + k\widehat{N}^2 = 0 \tag{9}$$

となり，この二次式を $N$ についてとくことによつて，信頼度 $(1-\alpha)$% の信頼区間の上限 $N_U$ および下限

* 著者は二，三の数値例で，(6) 式を検討してみた。その結果，(5) 式と同程度に近似することが確かめられた。ただし，これだけではまだ (6) 式成立の根拠としては弱いものであり，その点は後日厳密に証明したい。

$N_L$ が得られる。ただし，$t(\alpha, \phi)$ は自由度 $\phi$ なる $t$ 分布の両側 5% の値である。

あるいは，

$$\{t(\alpha, \phi)\}^2 = F'_{\phi}(\alpha) \tag{10}$$

という関係を利用すれば，(9) 式は

$$N^2\left[\hat{k}^2 - F \cdot s^2 (c_{22} - 2\hat{k} c_{12} + \hat{k}^2 c_{22})\right] - 2\hat{k} \cdot k\hat{N} \cdot N + k\hat{N}^2 = 0 \tag{11}$$

となる。

また，C. P. U. E. の変換に常用対数を用いた時は，

$$N^2\left[\hat{k}^2 - t_{\alpha}^2 \cdot (\log_e 10)^2 \cdot s^2 (c_{22} - 2\hat{k} c_{12} + \hat{k}^2 c_{22})\right] - 2\hat{k} \cdot k\hat{N} \cdot N + k\hat{N}^2 = 0 \tag{12}$$

となる。

二つのちがつた漁獲方法で同時に漁獲を行なつた時の重回帰式（文献 2）の 2·9 式）の場合も，$c_{11}$, $c_{12}$, $c_{22}$ の内容が変るだけで信頼区間を与える式は全く同じ形で表わされるだろう。

## III. 実用例および検討

IIでみちびいた (9) 式の実用性を検討するために，東京湾北部におけるマハゼのデータについて計算を行なつた。

表1は 1957 年 9 月から 1958 年 1 月にいたる間の釣人人数，漁獲量および 1 人あたりの漁獲尾数を旬別に示したものである。

いま，DeLury の 2 つの方法を用いて，それぞれ $\hat{N}$ を求め，その信頼区間を出してみよう。

1) C.P.U.E. と累積漁獲量のデータを用いた時。

$$C(t) = 149.2 - 1.169 \times 10^{-6} K(t)$$

$$\hat{N} = \frac{149.2}{1.169} \times 10^6 = 128 \times 10^6 \text{ (尾)}$$

信頼度 95% の信頼区間は，

上限： $N_U = 167 \times 10^6$ (尾)

下限： $N_L = 107 \times 10^6$ (尾)

となる。

2) C.P.U.E. の対数値と累積努力量のデータを用いた時。

$$\ln C(t) = 4.991 - 1.194 \times 10^{-6} E(t)$$

$$\hat{N} = \frac{146.4}{1.194} = 123 \times 10^6 \text{ (尾)}$$

信頼度 95% の信頼区間は，

上限： $N_U = 159 \times 10^6$ (尾)

下限： $N_L = 100 \times 10^6$ (尾)

となる。

**Table 1.** $e(t)$, the number of anglers, $c(t)$, the number of fish (Japanese common goby, *Acanthogobius flavimanus*) captured and C. P. U. E., catch per unit of effort in the northern part of the Tokyo Bay.

| No. | Date | $e(t)$ $10^3$ | $c(t)$ $10^6$ | C.P.U.E. |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 1-10/Sept. 1957 | 20 | 2.8 | 140 |
| 2. | 11-20/ 〃 〃 | 42 | 7.0 | 168 |
| 3. | 21-30/ 〃 〃 | 86 | 12.1 | 141 |
| 4. | 1-10/Oct. 〃 | 67 | 7.7 | 114 |
| 5. | 11-20/ 〃 〃 | 88 | 9.5 | 108 |
| 6. | 21-31/ 〃 〃 | 66 | 5.9 | 90 |
| 7. | 1-10/Nov. 〃 | 68 | 7.1 | 104 |
| 8. | 11-20/ 〃 〃 | 31 | 2.2 | 71 |
| 9. | 21-30/ 〃 〃 | 50 | 4.1 | 82 |
| 10. | 1-10/Dec. 〃 | 34 | 2.8 | 81 |
| 11. | 11-20/ 〃 〃 | 24 | 2.3 | 96 |
| 12. | 21-31/ 〃 〃 | 26 | 2.8 | 105 |
| 13. | 1-10/Jan. 1958 | 18 | 1.4 | 78 |
| 14. | 11-20/ 〃 〃 | 9 | 0.5 | 52 |
| 15. | 21-31/ 〃 〃 | 4 | 0.2 | 61 |

(1), (2) の結果をくらべてみると，$\hat{k}$, $k\hat{N}$ および $\hat{N}$ はもちろんのこと，信頼区間もほぼ一致しており，(8), (9), (11) 式は実用的にまずまず満足できる結果を与えることがわかる*。

* 標識放流を用いて計算した $\hat{N}$ は $186 \times 10^6$ 尾であり，(1), (2) はやや低目に出ている。(1), (2) では自然死亡を無視しているので過少推定になるのは当然であろう。

以上，C. P. U. E. の対数値と累積努力量の関係を単純な回帰関係であるとみなして推定値に対する信頼区間を計算しても，実用的にはそう大きな誤りのないことがわかつた。したがつて，C. P. U. E. と漁獲努力量のみが利用できる場合，あるいは漁獲量のデータより漁獲努力量のデータのほうが精度よく求められている場合*に，資源量の推定値がどの程度信頼性をもつているかの見当をつけることができる。

ただし，DeLury のモデル自体がいくつかの仮定のもとにつくられたものであるから，その適用にあたつては適用の場と DeLury の仮定とのくいちがいなどの検討は充分行う必要があるし，得られた結果の吟味も当然慎重でなくてはならない。その意味では著者のみちびいた推定値に対する信頼区間も一つの目安の目安にすぎないともいえる。

## IV. 要　　約

1. DeLury のみちびいた C. P. U. E. (対数値) と累積努力量の回帰関係を用いて資源量を推定する際の推定値に対する信頼区間を近似的に与える式をみちびいた。
2. その式を東京湾北部のマハゼのデータに応用して，実用性を吟味したところ，ほぼ満足し得るものであることを確めた。

## 文　　献

1) D. B. DeLury: On the estimation of biological populations, *Biometrics*, **3**, 145～167, (1947).
2) ————————: On the planning of experiments for the estimation of fish populations, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **8**, 281～307, (1951).
3) S. D. Gerking: Vital statistics of the fish population of Gondy Lake, Indiana, *Trans. American Fish. Soc.*, **82**, 48～67, (1952).
4) 田中昌一：本誌, **22**, 330～337, (1956).
5) F. E. J. Fry: Statistics of a lake trout fishery, *Biometrics*, **5**, 27～67, (1949).
6) K. S. Ketchen: The use of catch-effort and tagging data in estimating a flatfish population, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **10**, 459～485, (1953).
7) L. M. Dickie: Fluctuations in abundance of the giant scallop, *Placopecton megellanics* (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **12**, 797～857, (1955).
8) G. P. Cooper and K. F. Lagler: Appraisal of methods of fish population study—Part III. Measurement of fish population size, *Trans. 21 St. North American Confer.*, 283～297, (1956).
9) W. E. Deming: "推計学によるデータのまとめ方" (森口繁一訳), 岩波書店, 東京 (1950), 27～32.
10) 森口繁一："品質管理教程—第5編 統計理論, (標本分布論-(2))", 日本科学技術連盟, 東京 (1955), 126～127.

* このマハゼの $c(t)$ は，$c(t) = C(t) \times e(t)$ として求めてある。

# 南太平洋に於けるビンナガの漁況周年変化の海域間の比較及び魚群の移動について

中込淳
(神奈川県水産試験場)

# Comparison of Variations of Fishing Condition in a Whole Year among Each Sub-area and Migration of Fish Groups in the Southern Part of the Pacific Ocean

Jun Nakagome

TRANSLATION IN REPRINT FILE

1) I have studied on variations of fishing condition in a whole year in the sub-areas shown in Fig. 1 and on migration of fish groups in the southern part of the Pacific Ocean in the period from 1952 to 1958.
2) Variations of fishing condition through a year in each sub-area are shown in Figs. 2 & 3.
3) Though the variations of fishing condition through a year in the period mentioned above are nearly periodical, the fishing indexes in sub-areas in each month are considerably different among each year.
4) Monthly variations of fishing condition arranged together in the same month regardless of year in every sub-area are shown in Fig. 4.
5) The stock of albacore in southern part of the Pacific Ocean is divided into two groups, that is, one is northern group and the other is southern one, and each group migrates northward in autumn and southward in spring in the area.
6) It is presumed that the northern fish group is the one for spawning and the southern group is the one for feeding.
7) The season when fish group migrates toward the south in sub-area M is later than that in sub-area W.

南太平洋におけるビンナガ *Germo germo* の漁況周年変化については，本間・上村[1]及び野村[2]の報告があるが，それらの報告の中で，本間・上村は，10～20°S, 160～170°E の海域においては 4～9 月が好漁，10～3月が不漁であると述べており，[1]野村は，同海域は周年かなり好漁で比較的安定していると述べている[2]。しかるに，著者が，同海域の 1955 年における変化について調べたところ，年2周期の変化を呈しており[3]，上述の二者のいずれとも異なつている。

そこで，南太平洋の 1952 年から 1958 年までの漁況周年変化を，細かな海区に分析して再検討したところ，興味ある現象を発見したので，ここに報告する。

発表を許され，御指導，御鞭撻下さつた神奈川県水産試験場永井三夫場長，英文摘要の作稿に当り御指導下さつた同試験場河口喬太郎指導係長に対し，衷心より謝意を表する。

## 資料及び方法

漁況は釣獲率（鈎 100 本に対する漁獲尾数）を用い，資料は，三崎港に入港した船については神奈川県水産試験場，焼津，東京港に入港した船については南海区水産研究所が蒐集し，神奈川県水産試験場で整理したものを，著者が分析し直して算出したものである。

1959 年 1 月 9 日受理

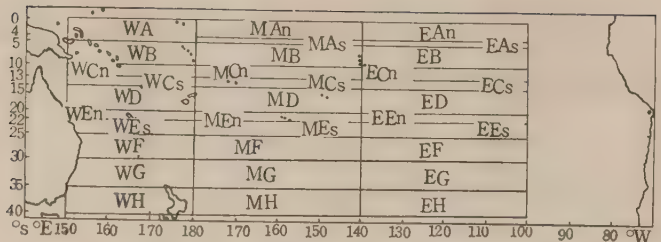



**Fig. 1.** Area studied with index to sub-areas.

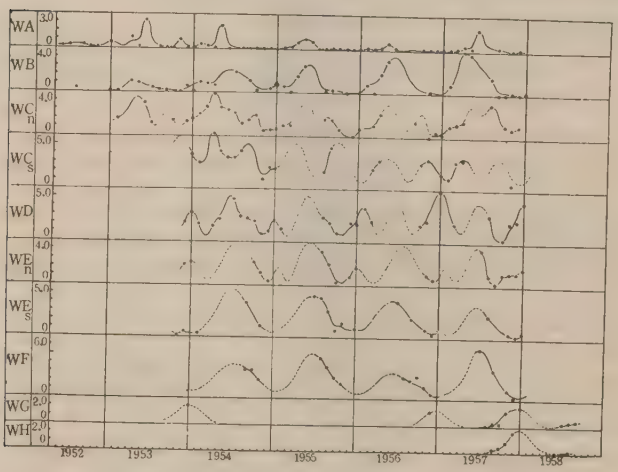



**Fig. 2.** Variations of fishing condition in a whole year in the sub-area W. W: 150～180°E.
----- presumed line

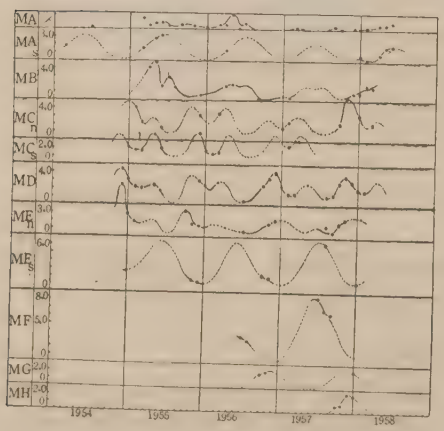



**Fig. 3.** Variations of fishing condition in a whole year in the sub-area M. M: 140～180°W.
----- presumed line

先ず，太平洋赤道以南の海域を Fig. 1 のような海区に分け，1952 年から 1958 年までの各年，各月の釣獲率をこの海区別に算出して図示し，次にこの海区別の各年，各月の釣獲率を，年に関係なく同じ月毎にまとめて平均し，図示した。漁況周年変化の性質及び魚群の性質と移動を考察するに当つて，後者の図の方が解り易いので主として同図を用いたが，同図は，年による漁況の差から誤差を生ずることがあるため，前者の図を漁況周年変化の周期性を検討する以外に，参考として用いた。

なお，さんご海西方ではビンナガが極めて少なく，同海域の資料が混ざることによつて生ずる誤差を除くため，海域 W においては，150° E 以西の海域の資料を除いた。

## 結果及び考察

海区別漁況周年変化は Fig. 2, 3. 年に関係なく同じ月毎にまとめて平均した海区別漁況周年変化は Fig. 4 に示す。

Fig. 2, 3 から明らかなように，各海区の漁況周年変化はほぼ周期的であるが，好漁の時期においても，また釣獲率においても，年によりかなりの差がみられる。

次に，Fig. 2, 3 及び Fig. 4 から解るように，漁況周年変化は，緯度と共に経度によつてもかなりの差がみられるので，各経度 (W, M, E) 毎に緯度間の関係をみると，海域 W では，海区 A, B が 5～6 月，海区 Cn, Cs が 4 月頃と 9 月頃，海区 D が 7 月頃と 1 月頃，海区 En が 12～3 月，海区 Es が 5～9 月，海区 F が 4～10 月，海区 G, H が 12～1 月に盛となり，海域 M では，海区 A, B が 5～7 月，海区 Cn, Cs, D, En が 4～5 月と 11～12 月，海区 Es が

5～9月，海区Fが4～10月，海区G，Hが12～1月に好漁となる。海域Eは，高緯度海域の資料が少ないので明らかではないが，得られた資料と，海区Bにおいて5～7月が好漁であるところから，西方の海域W，Mに比較的似た変化を呈するのではないかと推察される。

なお，海域Wの海区Cn，Csは，11～12月より6～7月の方が遙かに釣獲率が高く，海区Dは不漁期の3～5月，10～12月でもかなり高率であり，海域Mの海区Cn，Cs，D，Enは7～9月より1～3月の方が高率である。

この，海区A～Enにおいて，緯度が変わるに従つて好漁期がじよじよにずれるということは，魚群が南北移動を行つていることを示すと共に，その移動がゆるやかに行われることを示しているものと考えられる。

即ち，海域Wでは，12～2月に海区D，En乃至Csに分布している魚群が，3～5月に海区Cn，Cs，5～6月に海区A，B，8～10月に海区Cn，Cs，12～2月に海区D，Enに移動し，海域Mでは，11～4月に海区D，En乃至Cs，Cnに広く分布している魚群が，4～5月に海区Cn，Cs，5～7月に海区A，B，11～12月に海区Cn，Cs，11～4月に海区D，Enに移動する。

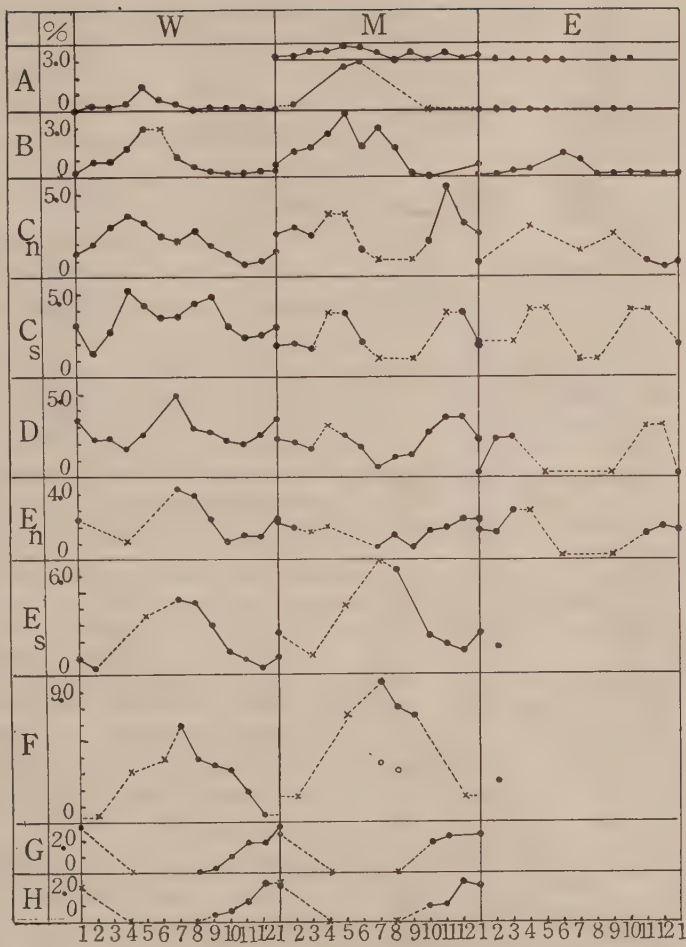



**Fig. 4.** Variations of fishing condition in a whole year. The statistics was collected by each sub-area in same month in every year.
----- presumed line

また，海区Es～Hにおいても，海区Es，F（海域Wでは海区D，Enを含む）と海区G，Hの好漁期が逆の時期であり，且，海区Fの好漁期が長期にわたるということは，海区En以北と同様に，魚群が南北移動を行なうことを示していると考えられる。但し，海区Fにおいて好漁期が4～5月，9～10月と年2回に分かれていないということは，海区En以北よりも，移動が比較的すみやかであることを示しているものと考えられる。

即ち，11～2月に海区G，Hに分布している魚群は，4～5月に海区F，5～9月に海区Es，F（海域Wでは海区D，Enを含む），9～10月に海区F，11～2に海区G，Hに移動する。

従つて，南太平洋に分布するビンナガは，海区En以北の群（北部魚群）と，海区Es乃至D以南の群（南部魚群）とに分かれ，それぞれ，各々の海域内で，秋季（南半球における）北上，春季（南半球における）

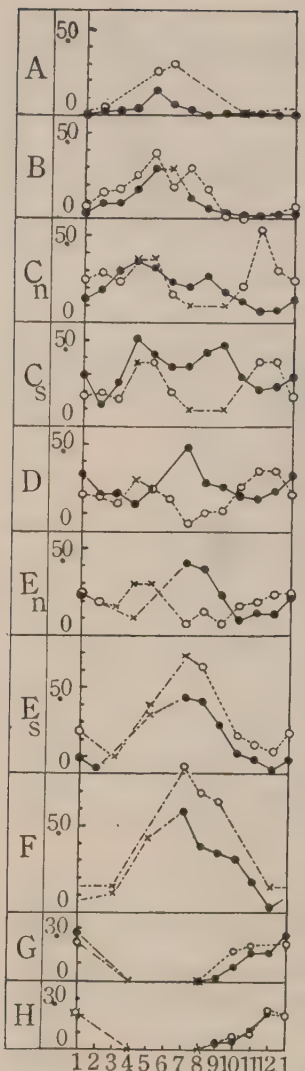



**Fig. 5.** Comparison of variations of fishing condition in a whole year between the sub-areas W and M.
—●— area W
---○--- area M
-·-×-·- presumed point and line

南下の移動を行つているものと推定される。

この2魚群は，9，10 月において，26° S 以北より以南の方が，漁獲が増大し，魚体が大型から中型に変わつていることと[4]，さんご海で成熟卵巣をもつた魚体が漁獲されたことから[5]，北部魚群が産卵群，南部魚群が索餌群である可能性が強い。

次に，海域 W と海域 M とを比較すると，前述したように，かなりの差がみられる (Fig. 5)。

即ち，海区 G, H は同様の変化であるが，海区 A, B と Es, F は海域 M の方が海域 W より釣獲率が多少高いと共に，好漁期がおそくまで続く。海区 Cn, Cs では，海域 W が 7～10 月に好漁，10～1 月に不漁となるのに対し，海域 M は 7～10 月に不漁，10～1 月が好漁，また海区 D, En では，海域 W が 6～8 月に好漁となるのに対し，海域 M は 7～9 月に不漁となつている。

この海区 A, B, Cn, Cs, Es, F における東西間の差は，北部魚群においても，南部魚群においても，海域 W より海域 M の方が魚群の南下移動の時期がおそいことを示しており，海区 D, En における東西間の差は，南部の魚群が，海域 W では海区 D にまで北上，海域 M では海区 Es までしか北上しないことを示しているものと考えられる。

## 摘　　要

1) 海区別 (Fig. 1) 漁況周年変化は Fig. 2 及び 3 のようになる。

2) 各海区の漁況周年変化はほぼ周期的であるが，好漁の時期においても，釣獲率においても，年によりかなりの差がみられる。

3) 年に関係なく，同じ月毎にまとめた海区別漁況周年変化は Fig. 4 のようになる。

4) 南太平洋のビンナガは，北部魚群（海区 A～En）と南部魚群（海区 Es 乃至 D～H）とに分かれ，各々その海域内で，秋季（南半球における）北上，春季（南半球における）南下の南北移動を行つている。

5) 北部魚群は産卵群，南部魚群は索餌群である可能性が強い。

6) 南・北両魚群とも，海域 W より海域 M の方が南下移動の時期がおそい。

## 文　　献

1) 本間　操・上村忠夫：南海区水研報告 6，業績 84，1957.
2) 神奈川県水試：昭和 30 年度業務報告（I），p. 46，1957.
3) ――――――：昭和 31 年度業務報告，p. 265，1958.
4) 水産庁：鮪漁業 36，1957.
5) 石井一美・井上元男：本誌，**22** (2)，1956.

# アサクサノリ還元糖量についての二三の実験*

山　崎　浩
（静岡県水産試験場）

# Some Experimental Notes on the Reducing Sugar in "Asakusanori" (*Porphyra tenera* Kjellm.)

Hiroshi YAMASAKI
Shizuoka Prefectural Fisheries Experimental Station

**Synopsis**

According to previous studies important components of "asakusanori" (*Porphyra tenera* Kjellm), a favorite food in Japan, are nitrogen and reducing sugar, and their contents seem to participate in determining the quality of the products. The present study has been aimed at securing primary information about the amount of reducing sugar that may vary in the laver under different culturing or processing conditions.

In the experiments the total amount of reducing sugar per unit of area of the frond was assessed by Somogyi method.

1) In the raw materials sampled from culturing grounds on the west coast of Tokyo Bay during the months from November 1955 to following March the amount of reducing sugar indicated appreciable differences depending on the harvest seasons, with the lowest in the middle of November and the highest in ensuing February (Fig. 2).

2) When the laver was cultured indoor under the light intensity lower than 1,000 Lux, the sugar was decreased in amount with the progress of time until it reached 63% of the initial after six days (Table 3).

3) In drying process under a low temperature (25°C) the reducing sugar was depleted by degree. However, quick drying under a high temperature (110°C) could keep down the decrease to a minimum (Table 4).

4) In order to attest effect of the light, the laver kept in sea water was shut up in a dark room. Electric lamp illumination given on the samples for two hours resulted in an increase in the amount of the sugar (Fig. 3).

5) Chlorinity of the sea water seems to participate at various rates in synthesis of reducing sugar into the laver. In another experiment conducted under similar conditions as described above except the concentration of chlorinity ranging from the normal (18.77‰ Cl) to 6.25‰ Cl. An increasing ratio of reducing sugar showed little difference between the normal concentration and about 13‰ Cl. Whereas, an appreciable increase in the amount was observed in the laver cultured at about 10‰. At a level of chlorinity of 6‰ or lower the sugar almost ceased to be synthesized (Tables 5–1 and 5–2).

アサクサノリに含まれる窒素については数多くの研究が行われ，窒素含量の多いものほど品質の良いこと，また最近では含有されるアミノ酸についても研究が進められアミノ酸の種類によつてノリの味が異なつてくるといわれている。一方炭水化物の研究は少なく，富士川[1),2)]，山川[3)]らがノリ製品中の全還元糖量を調べ，炭水化物も窒素同様その含有量の多いものほど品質が良好であることを報じている。しかし生ノリについての研究はほとんど行われておらず，またノリの光合成作用についても富士川[1)]，岩崎ら[4)]，木下ら[5)]による最

1959 年 1 月 19 日受理

* 昭和 31 年 4 月　日本水産学会年大会において要旨発表。

The laver were cultured under the incandescent lamp of 500 W

新の研究があるのみである。著者は生ノリの還元糖量の変化と光合成作用について少しく検討を行ない，二三の知見を得たのでその結果をここに報告する。

本文に入るに先立ち始終指導を受け，また御校閲を賜わつた東大農学部新崎盛敏博士に衷心より感謝の意を表します。また供試材料の配慮を賜わつた東京都水産試験場伊藤茂技師，大森海苔研究会員平林俊夫氏に厚くお礼申上げます。

## I. 実 験 方 法

丸底フラスコに蒸溜水 20cc と 50% 塩酸 3cc を加え，これに供試材料（生ノリ）を入れ逆流冷却管を附して煮沸せる湯浴上で4時間加水分解し，沪過，洗滌したる後に苛性ソーダにて中和，さらに蒸溜水を加えて 100cc とした。この液 5cc 中に含まれる糖量を Somogyi 法により測定した。なお生ノリ葉体が大きいときは前以つて除蛋白を行なつた後測定に供した。供試材料の生ノリは実験に供する前に紙上で充分拡げて腊葉を作り，その面積をプラニメーターで測定し，単位面積当りの還元糖量を以つて表わした。

## II. 実験材料の検討

同一網から採取した生ノリの全還元糖量を測定し(Table 3)，その結果から見ると同一種場で種つけされ，その後の養殖経歴が同一であつても葉体によつてかなりの差異があることが判る。また1枚のノリ葉体を上，中，下の三部分に切断して，その各々の全還元糖量を測定し，その結果を Table 1 に示した。ノリ葉体の部分によつても糖量が異なり，下部は上部の還元糖量の約50～80%で，上部になるにつれて糖量が多くなつている。これは下部の細胞ほど液胞(vacuole)が大きく，他の部分の細胞より内容物が少ないという形態的相違とも一致している。以上の結果から，つぎに所謂「半葉法」について検討を加えてみた。すなわち Fig. 1 の如く，上部，下部及び周囲の細胞を取り除き残部を縦にほぼ同一形状の矩形になるように二分し，その各々の面積をあらかじめ測定して全還元糖量を比較した。その結果を Table 2 に示したが，この方法によると両者の誤差は極めて少なく，種々の実験に供し比較検討でき得るこ

**Table 1.** Partial difference of reducing sugar content in the laver-frond.

| Exp. | Date | Section | Size of cut piece cm² | Total reducing sugar mg. | Reducing sugar per sq. cm of leaf mg. |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Nov. 17 | 1 | 11.0 | 1.346 | 0.122 |
| | | 2 | 13.0 | 1.871 | 0.144 |
| | | 3 | 10.5 | 1.701 | 0.162 |
| II | Dec. 3 | 1 | 3.0 | 0.183 | 0.061 |
| | | 2 | 5.2 | 0.522 | 0.100 |
| | | 3 | 5.0 | 0.510 | 0.122 |

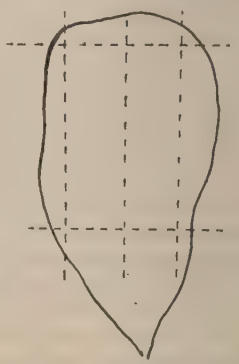


**Fig. 1.** Half-leat method of the laver

**Table 2.** Reducing sugar contents of the laver by the Half-leaf method.

| Exp. | Size of cut piece cm² | Total reducing sugar mg. | Reducing sugar per sq. cm. of leaf mg. | Difference mg. |
|---|---|---|---|---|
| I | 8.0<br>7.3 | 1.090<br>1.020 | 0.136<br>0.139 | 0.003 |
| II | 6.1<br>7.0 | 0.949<br>1.090 | 0.155<br>0.155 | 0.000 |
| III | 6.2<br>5.3 | 0.892<br>0.737 | 0.143<br>0.139 | 0.004 |
| IV | 7.4<br>7.1 | 1.247<br>1.232 | 0.168<br>0.173 | 0.005 |
| V | 8.2<br>7.8 | 1.105<br>1.034 | 0.134<br>0.132 | 0.002 |
| VI | 6.8<br>8.3 | 0.822<br>1.077 | 0.121<br>0.129 | 0.008 |

とが判つた。

## III. 実 験 結 果

1) ノリ還元糖量の時期的変化

1955 年 11 月から 1956 年 3 月までの間約 13 回にわたり，大森，羽田のノリ漁場から採取した生ノリの1枚当りの全還元糖量を測定して時期的変化を調べた。材料はできるだけ同一条件のものを選び，また実験に供するまでの条件も同一になるように注意した。その結果をFig. 2に示したが，時期によつてかなりの相違が見られることが判つた。11 月 10 日の採取のものでは 0.15～0.20mg/cm² であつたものが，次第に減少して 12 月中旬には最低の 0.05～0.10mg/cm² を示した。その後また次第に増加し，2月には 0.20～0.25mg/cm² と最高に達した。この傾向は山川[3]によるノリ乾燥品で調べた窒素含有量の変化と逆の傾向である。ノリ網は養殖期間中色々と操作されるので，この変化の原因がなんにもとづくかはさらに検討の要があろうが，この傾向が日射時間の長短とほぼ同一傾向にあることは注目すべきであろう。

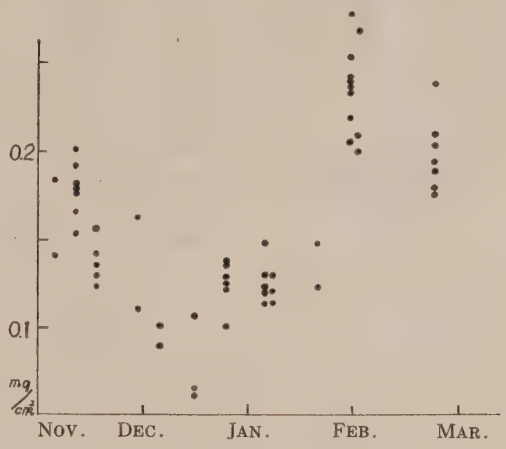



**Fig. 2.** Seasonal variation of total reducing sugar of laver.

2) 還元糖量の経日変化

室内北側の直射日光のあたらぬ場所(300 Lux～1,000 Lux) に 1*l* 入りガラス容器にノリ葉体を浮べた。この状態で培養を続けた結果をTable 3に示した。採取当日(2月1日) のものでは 0.243mg/cm² のものが 3日目には平均 0.173mg/cm² と最初の含有量より約 28% の減少を示した。さらに 6日目には 0.153mg/cm² と最初の 63% に減少したが，それ以後 10 日目には 0.150 mg/cm² で，6日目からはほとんど変化が見られなかつた。つぎに暗室における変化を調べたが，その結果では 2日までは急激に減少し，それ以後あまり変化せず室内におけるものと同じ傾向が見られた。以上の如くアサクサノリでは 1,000 Lux 以下では光合成作用による糖の形成より，分解作用の方が大きく，従つて糖が漸次減少していくものと考えられる。暗室における場合は分解作用のみで，一方的に糖の減少が見

**Table 3.** Variation of total reducing sugar with the elapse of time.

| Days elapsed | Exp. | Size of cut piece cm² | Total reducing sugar mg. | Reducing sugar per sq. cm. of leaf mg. | Average |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | I | 6.8 | 1.827 | 0.268 | 0.243 |
| | II | 5.8 | 1.275 | 0.219 | |
| | III | 4.3 | 1.204 | 0.280 | |
| | IV | 6.0 | 1.235 | 0.205 | |
| 3 | I | 5.0 | 0.935 | 0.187 | 0.173 |
| | II | 7.7 | 1.204 | 0.156 | |
| | III | 9.6 | 1.559 | 0.162 | |
| | IV | 9.4 | 1.856 | 0.197 | |
| | V | 7.4 | 1.247 | 0.168 | |
| | VI | 8.5 | 1.445 | 0.170 | |
| 6 | I | 8.3 | 1.260 | 0.151 | 0.153 |
| | II | 8.4 | 1.162 | 0.138 | |
| | III | 5.0 | 0.892 | 0.178 | |
| | IV | 5.8 | 0.737 | 0.127 | |
| | V | 7.6 | 1.162 | 0.153 | |
| | VI | 6.5 | 1.105 | 0.170 | |
| 10 | I | 8.0 | 1.090 | 0.136 | 0.150 |
| | II | 6.1 | 0.949 | 0.155 | |
| | III | 6.2 | 0.892 | 0.143 | |
| | IV | 7.4 | 1.247 | 0.168 | |

**Table 4.** Variation of total reducing sugar in the desicated condition.

| Temp. °C | Time treated min. | | Size of cut piece cm² | Total reducing sugar mg. | Reducing sugar per sq. cm. of leaf mg. | Difference mg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 110 | 30 | A | 21.4 | 2.961 | 0.139 | −0.003 |
| | | B | 22.7 | 3.090 | 0.136 | |
| 110 | 90 | A | 8.9 | 1.317 | 0.148 | −0.009 |
| | | B | 10.5 | 1.459 | 0.139 | |
| 25 | 120 | A | 3.7 | 0.708 | 0.191 | −0.039 |
| | | B | 5.2 | 0.793 | 0.152 | |
| 25 | 120 | A | 3.4 | 0.467 | 0.137 | −0.040 |
| | | B | 3.5 | 0.340 | 0.097 | |

A; before experiment B; after experiment

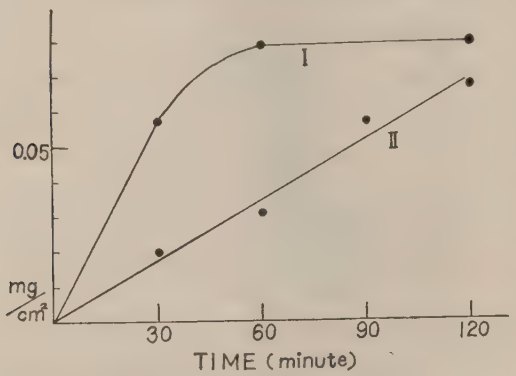



**Fig. 3.** Increase of total reducing sugar of the laver illuminated by lamp.
I by 500 W, II by 300 W.

られるものと思われる。

3) 乾燥による糖の変化

気温 25°C と 110°C とで乾燥する際の糖量の変化を半載法でしらべた。その結果を Table 4 に示した。気中で乾燥する場合は糖量が次第に減少するが，その変化が低温 25°C の場合はかなりの糖量が減少する。110°C で乾燥を行なうと極めて短時間 (30 分 以内) で乾燥してしまい，しかも糖量の減少は極めて少い。これは高温で乾燥する場合，細胞が短時間で死ぬため処理期間における含有糖量の消費が少ないためであろう。

4) ランプ照射による糖量の増加

ノリ葉体に人工ランプを照射して糖の増加量を調べた。天然海水 (塩素量 18.7‰) に炭酸源として重炭酸ソーダを 0.05% 加え，暗室内でマツダランプ 300W, 500Wを光源として，約 50cm のところからシャーレー内においたノリ葉体に照射した。シャーレーの外側には水道水を流して水温の上昇を防いだ (水温 13.0°C～15.5°C)。その結果を Fig. 3 に示したが 300W のものでは 30 分の照射で葉体 1cm² 当り 0.02mg の増加をしめし，さらに 1 時間，1 時間半，2 時間後にはそれぞれ 0.031 mg/cm², 0.052 mg/cm², 0.068 mg/cm² と照射時間に比例して直線的に増加した。500W では 1 時間後にすでに最高に達し，対照前より約 0.10 mg/cm² の増加を見たが，それ以後は増加せず横ばい状態であつた。

5) 比重の差異による糖増加量の変化

実験 4) とほぼ同一方法で，比重のみを変えて糖変化量をしらべた。すなわち光源はマツダランプ 500W を使用し，いずれの試水にも重炭酸ソーダを 0.05% あて加えた。実験はつぎの イ)，ロ) の 2 つの方法で行なつた。実験イ) は同一葉体を二分して 1 つを普通海水へ他を稀釈海水に入れて照射し，30 分後の増加量を測定した。その結果を Table 5-1 に示したが，塩素量が 18.77‰のものと 12.52‰のものではほとんど変化はみとめられなかつた。ところが 18.77‰ と

**Table 5-1.** Reducing sugar of the laver cultured in the various chlorinity. (The laver were cultured under the incandescent lamp of 500 W).

| Exp. | Time min. | Chlorinity ‰ | Size of cut piece cm² | Total reducing sugar mg. | Reducing sugar per sq. cm. of leaf mg. | Difference mg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 30 | 18.77 | 7.5 | 1.899 | 0.253 | 0.034 |
| | | 9.48 | 7.8 | 1.701 | 0.219 | |
| II | 30 | 18.77 | 8.0 | 1.912 | 0.239 | 0.003 |
| | | 12.52 | 8.3 | 2.012 | 0.242 | |

Table 5-2.

| Chlorinity ‰ | Time min. | | Size of cut piece cm² | Total reducing sugar mg. | Reducing sugar per sq. cm. of leaf mg. | Difference mg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18.77 | 30 | A | 6.8 | 1.827 | 0.268 | 0.057 |
| | | B | 5.8 | 1.884 | 0.325 | |
| 18.77 | 120 | A | 6.0 | 1.232 | 0.205 | 0.080 |
| | | B | 5.8 | 1.657 | 0.285 | |
| 9.59 | 30 | A | 5.0 | 0.935 | 0.187 | 0.015 |
| | | B | 12.5 | 2.536 | 0.203 | |
| 9.59 | 90 | A | 9.6 | 1.559 | 0.162 | 0.037 |
| | | B | 10.4 | 2.069 | 0.199 | |
| 9.59 | 120 | A | 9.4 | 1.856 | 0.197 | 0.042 |
| | | B | 9.3 | 2.224 | 0.239 | |
| 6.25 | 20 | A | 8.3 | 1.260 | 0.151 | 0.002 |
| | | B | 8.2 | 1.260 | 0.153 | |
| 6.25 | 60 | A | 5.0 | 0.890 | 0.178 | 0.005 |
| | | B | 6.2 | 1.034 | 0.173 | |

9.48‰ とではかなりの差がみられた。実験ロ）は塩素量18.77‰，9.59‰，6.25‰ の稀釈海水を作り，処理前と処理後のものについてそれぞれ糖量を測定した。その結果を Table 5-2 にしめした。普通海水（18.77‰）のものでは照射開始後1時間で糖量は最高に達しそれ以後はほとんど増加はみられなかつた。ところが 9.59‰ のものでは時間の経過につれて糖量が増加する傾向がみられた。6.25‰ のものでは 60 分間の照射でもほとんど増加が見られなかつた。塩素量で 6.25‰ の濃度は野沢[8]のいう原形質分離の限界附近の濃度であつて，糖の増加がみられないのもこれらのことによるのかも知れない。

## VI. 要　　約


生ノリをいろいろの状態で実験してその全還元糖量の変化を Somogyi 法によつて調べた。

1) 生ノリの還元糖量は時期によつてかなりの相違が見られる。すなわち 12 月中旬に最低になり2月には最高になる (Fig. 2)。

2) 1,000 Lux 以下室内におかれた生ノリは日数の経過とともに還元糖量は漸次減少してくるが採取後6日目で当初の 63% と最低になり，それ以後はあまり変化がなくなる (Table 3)。

3) 生ノリが乾燥するさいも漸次糖量が減少するが，その減少の傾向は温度によつて著しく異なる (Table 4)。

4) 人工ランプで照射を行なうと単位面積当りの糖量は次第に増加してくる (Fig. 3)。

5) 比重の異なる条件下で照射して糖量の増加を調べた結果では Cl′ 13‰ までは普通海水と変りなく増加するが，10‰ 以下だと増加の傾向が異なる (Table 5-1)。また 6‰ 以下では全然増加しない (Table 5-2)。


## 参 考 文 献


1) 富士川瀏：朝鮮水試報告 **7**. 111 (1936).
2) 富士川瀏・大谷武夫：海藻の化学，厚生閣 (1935).
3) 山川健重：本誌，**18**, 478～482 (1953).
4) 岩崎英雄・松平近義：本誌，**24**, 398～401 (1958).
5) 木下祝郎・寺本賢一郎：藻類，**6**, 11～16 (1958).
6) D. M. Greenberg: Chemical Pathway of Metabolism, (1954).
7) F. L. Long: Physiological Researches, **2**, 277～300 (1919).
8) 野沢洽治・野沢ユリ子：本誌，**20**, 877～880 (1955).

# Cystoma Found in the Liver of Rainbow Trout, *Salmo gairdnerii irideus* GIBBONS

Yoshiharu HONMA and Kaoru SHIRAI
*(Department of Biology, Faculty of Science, Niigata University)*

## Introduction

Various cases of tumors occurring in the poikilothermal animals, especially in fish have been reported up to the present. The tumors in Japanese fish have been studied by several investigators, such as MUKAIYAMA ('15), WAGO ('22), KAZAMA ('24), SAGAWA ('25), EGUCHI and OHTA ('26), TAKAHASHI ('26, '29, '33, '50), and HOSHINA ('50, '52). However, the reports dealing with the adenoma of visceral organs are very meager, and no case has ever been known of the cystoma, a kind of adenoma.

We had an opportunity of observing the remarkable hepato cystoma found in an adult rainbow trout, and we describe the results in this paper.

We wish to express our thanks to Mr. T. TANEDA, Chief of the Agano River Fish Hatchery, attached to the Fishery Experiment Station of Niigata Prefecture, for the offer of this precious material.

**Table 1.** Measurements of the bodily parts of a rainbow trout with remarkable hepato cystoma obtained on June 21, 1958.

| Items | mm | In standard length | In head |
|---|---|---|---|
| Total length | 465.0 | | |
| Standard length | 385.0 | | |
| Head | 95.0 | 4.05 | 1.12 |
| Depth at pectoral base | 85.0 | 4.53 | — |
| Greatest depth | 140.0 | 2.75 | 2.16 |
| Least depth of caudal peduncle | 44.0 | 8.75 | 1.76 |
| Width | 54.0 | 7.17 | 1.61 |
| Pectoral fin | 59.0 | 6.53 | 1.86 |
| Ventral fin | 51.0 | 7.55 | 1.73 |
| Upper jaw | 55.0 | 7.00 | 2.71 |
| Lower jaw | 35.0 | 11.00 | — |
| Distance from tip of snout to vent | 290.0 | 1.33 | — |
| Distance from tip of snout to dorsal origin | 200.0 | 1.93 | 5.94 |
| Eye | 16.0 | 24.06 | 3.28 |
| Snout | 29.0 | 13.28 | 2.38 |
| Inter orbital space | 40.0 | 9.63 | |

*Received Jan. 27, 1959.*

## Material and Method

The material used in this study is a four year old female rainbow trout, *Salmo gairdnerii irideus* Gibbons, which was raised in the fish-pond of the Agano River Fish Hatchery. The corporeal dimensions of this fish are shown in the following table (Table 1).

In the first place, the median line of ventral side of fish was incised, and after the body was immersed in 10% formalin solution each visceral organ was removed, and then the external features of these organs were observed. Next, a part of each visceral organ was refixed with Bouin's solution, and paraffin sections in 12 micra thick stained with Delafield's haematoxylin-eosin were examined under the microscope.

## Observation

### Morphological observation

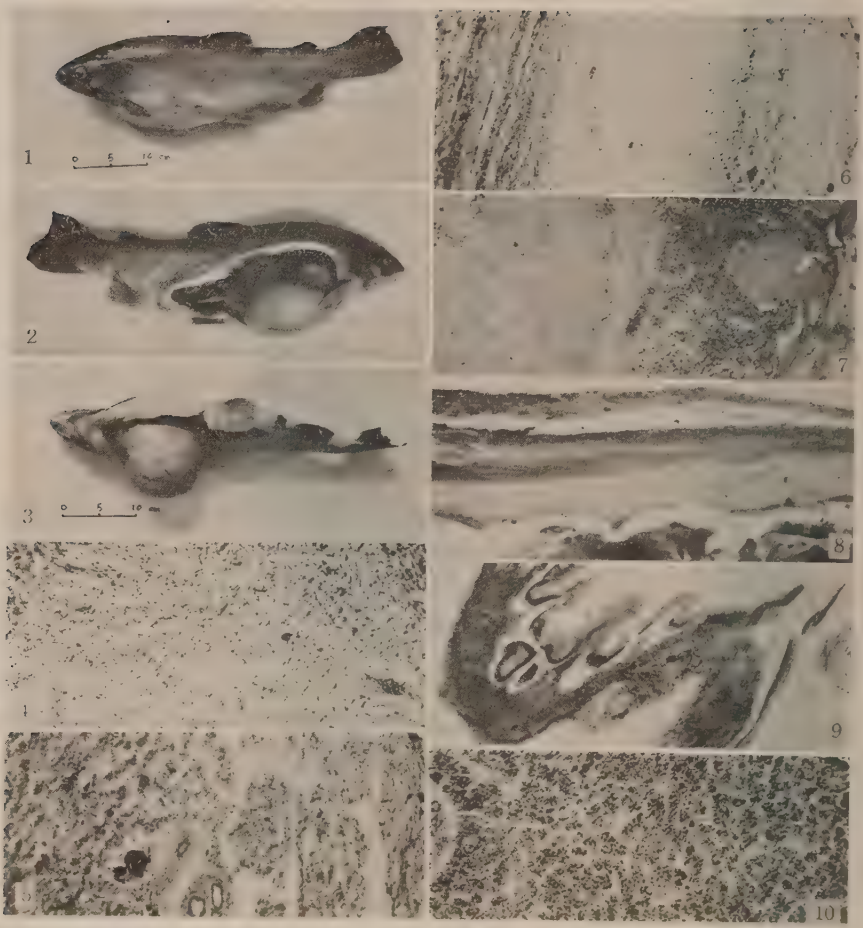
As can be judged from the results of measurement of fish body the thoracic to ventral region of this rainbow trout is extremely expanding like the body contour of puffer or globefish (Fig. 1). However, the fish is fairly quick and is similar to normal fish in its behavior. Therefore, there seems to be no trouble at all in swimming. By the examination of this region, the remarkable expansion and transformation of liver into ovoid shape was recognized, while the normal liver is in the solid leafy condition. The size of liver was 134 mm in length, 78 in depth, and 88 in width. Also the length of gall-bladder sticking to the dorsal surface of liver is 45 mm (Fig. 2).

More than half of the posterior part of liver is milk white owing to the tumor and only the anterior part is brown on account of the existence of a small number of liver cells.

The liver is turned into an empty ovoid ball, and interior space was filled with clear liquid. A small quantity of pseudo-mucus or colloidal mass was drifting in this liquid. The part of liver which shows milk white in color is covered with a very thin wall 1 to 3 mm thick. Whereas, the wall of the part in which the parenchyma of liver remained was 5 to 6 mm thick. In the interior wall of empty liver there were some knobs ca. 5 mm in size. The cystic wall consists of four layers, and in the fixed sample these layers are easily separable with each other.

### Histological observation

In the milk white region of cystic wall liver cells can hardly be seen, while the connective tissue of collagen fibrils are recognized in abundance (Figs. 3 and 4). In the brown region, on the other hand, a tissue layer of polyhedal liver cells (Figs. 5 and 10) lies between the two thick layers of fibro connective tissues (Figs. 4 and 6). Though these liver cells have rich cytoplasm and ovoid nuclei, there are many cells without nuclei and their cytoplasms are in the processes of granulation, degeneration and collapse. However, the bile ducts which lie in the parenchyma of liver, blood



External appearance and photomicrographs of ($\times 80$) a rainbow trout with hepato cystoma.

**Fig. 1.** General appearance of tumorous fish.
**Fig. 2.** Side view of cystic liver.
**Fig. 3.** Ventral view of cystic liver.
**Fig. 4.** Outermost layer of fibroconnective tissue.
**Fig. 5.** Liver cells and bile ducts of tumorous fish.
**Fig. 6.** Innermost layer of fibroconnective tissue.
**Fig. 7.** Knob found in the innermost layer.
**Fig. 8.** Gall-bladder of tumorous fish.
**Fig. 9.** Gall-bladder of normal fish.
**Fig. 10.** Liver cells of normal fish.

canals, and GLISSON's sheath surrounding the bile ducts and blood canals are normal. The interiormost layer or inner wall of cyst is smooth and reddish in color even in fresh condition, and the histological preparation of this layer which comes in contact with the connective tissue is fairly fibrous, and the knobs or papilloma are found in this layer. The knob is composed of the frame of almost foamy adipose tissue, and its periphery is stained deeply with haematoxylin. The surface of papilloma is covered with the layer of colloid (Fig. 7).

As mentioned above, the cystoma reported in this paper is so markedly progressive tumor as there are hardly any normal liver cells, and especially the endothelium is completely absent as the result of its denaturalization. Although the columnar epithelium of gall-bladder is gone too (Figs. 8 and 9), in some visceral organs, such as the oesophagus, stomach, and spleen, the abnormality is not recognized.

Anyhow, on the occasion of the multiplication of hepatic tumorous cells (parenchyma) the abnormal hyperplasia of fibro connective tissue (stroma) as the source of nutrition is remarkable. Thus, the layer of fibro connective tissue is supplying the hardness and elasticity to the empty liver.

## Considerations

It can be said that the general diagnosis of disease found in the liver of this rainbow trout is the " hepatic monolocular cystadenoma ". The tumorous formation is attributed to the fact that a great deal of secretory substance accumulates gradually from the tumorous liver cells to glandular ducts, and that the internal cavity of ducts enlarges until the large cyst is completed. This cystoma may also be classified as the " fibro-epithelial tumor " from the conditioin of the markedly abnormal hyperplasia of fibro connective tissue. Baker et al ('55) say that the cystic kidney tumor found in platyfish continues progressively until the death of the fish. It seems probable that the present case of hepato cystoma has a fate similar to that of platyfish.

Many reports concerning the tumors of Japanese teleosts have been produced by medical scientists mainly. Above all Takahashi's study ('26–'29) is the most noteworthy. He has examined about 100,000 individuals of fish chiefly collected from the Sea of Japan, and obtained 155 cases of tumors. Among these tumors there were 114 cases of bone tumors (osteoma), merely 10 of epithelial tumors and the remaining 31 are of other kinds of tumors. Not even a single case of the hepatic tumor has been seen. In the review of Schlunberger and Lucké ('48) 11 fish of adenoma including 3 of hepatic tumors were introduced. According to this review, it may be said that the disease found in the lake trout, *Salmo trutta*, and reported by Plehn ('09, '24) is a single case which is closely similar to that of the present rainbow trout. Anyhow, not only in our country but even in the world there seems to have been no paper published regarding such a great progressive disease of hepato cystoma as in the present fish.

Well, the officers of the Agano River Fish Hatchery told us that some cases of thyroid tumors and also two of hepato cystoma had been found in the same fish-pond in the last four years. Therefore, the hepatic tumor of fish might be found frequently here and there. Baker et al ('55) are of opinion that not only the thyroid tumor but also even the kidney tumor may be caused by the iodine deficiency of aquarium water. In the medical branch, on the other hand, it is believed that the hepatic tumor develops congenitaly. And the origin of the present cystoma is obscure.

## Summary

The remarkable and progressive "hepatic monolocular cystoadenoma" found in a four year old rainbow trout (♀) was observed and described in this paper. The fish was reared in the fish-pond, the Agano River Fish Hatchery attached to the Fishery Experiment Station of Niigata Prefecture.

The coloration of the greater part of liver is milk white owing to the tumor. The liver of fish is transformed into a large empty ball, and its cystic space is filled with clear liquid. The wall of cyst consists of four layers: the fibro connective tissue, remaining liver cells, fibro connective tissue, and colloid layers, in order beginning at the outermost layer. In the interiormost layer there were some papilloma or knobs. Consequently, the present hepatic tumor has no layer of endothelium, while the marked hyperplasia of the connective tissue layer was found.

The columnar epithelium of gall-bladder was absent, however the abnormality was not recognized in the oesophagus, stomach, and spleen.


## Literature


1) Baker, K. F., O. Berg, A. Gorbman, R. F. Nigrelli, and M. Gordon, 1955: Functional thyroid tumors in the kidneys of platyfish. Cancer Res., xv: 118-123.

2) ————., and M. Gordon, 1953: Preliminary studies of the differential susceptibility of various strains of the platyfish to a kidney tumor. Genetics, xxxviii: 655.

3) Haddow, A., and I. Blake, 1933: Neoplasms in fish: a report of 6 cases with a summary of the literature. J. Path. Bact., xxxvi: 41-47.

*4) Plehn, M., 1924: Praktikum der Fischkrankheiten. Stuttgart.

5) Schlumberger, H. G., and B., Lucké, 1948: Tumors of fishes, amphibians, and reptiles. Cancer Res., viii: 657-753.

6) Takahashi, K., 1929: Studie über Fischgeschwülste. Z. Krebsforsch., xxix: 1-73.

7) ————., 1933: Studies on tumors of fishes from Japanese waters. Proc. Fifth Pac. Sci. Congr., Canada, v: 4151-4155.


* This article was not accessible to us.

# Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—IV. Soaking of the Raw Material in Water and Heating

Yoshio NAGASAWA
*(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)*

In the previous paper[1], it was demonstrated that the "browning" of canned crab meat is intimately related with the freshness of the raw crab material. The present paper deals with an experiment carried out to clarify how previous soaking of raw crab in water and the conditions in which the raw material is subjected to heating (pH of the bath, time, and temperature) effect the "browning" of the content such as seen in that already canned.

## Experimental

1. *Relation between soaking and "browning"*

*a. Method*

Raw white meat of crab was divided into two groups. The white meat of the crab of one group was soaked in running water and leached for 1 hour, the other was not soaked. Samples of the two groups were respectively put into ERLENMEYER's bottles, plugged with cotton and heated at 115.2°C. (a pressure of 10 pound) for 90 minutes.

Then juice was separated from the meat. To the juice was added trichloracetic acid to precipitate the protein. The amounts of amino-nitrogen and sugars in this juice were estimated, and the degree of "browning" was measured by the method already described elsewhere[2)3)].

*b. Result*

The amounts of amino-nitrogen and sugars in the juice were estimated, and the degree of "browning" was measured. Results obtianed are shown in Table 1.

**Table 1.** The effect of soaking in water on the degree of "browning".

| Items / Sample | Free amino-N (mg%) | Free reducing sugar (mg%) | Degree of browning (as shown in transparency %) |
|---|---|---|---|
| Crab meat not soaked | 274 | 132 | 30 |
| Crab meat subjected to soaking | 23 | 20 | 50 |

As seen in the table, the amounts of amino-nitrogen and sugars in the juice separated from the meat which was not soaked were much more than that which was

*Received July 28, 1958*

soaked. Browning occurred completely. But in the juice separated from the meat which was soked, "browning" did not occur.

The descrepancy was considered to be caused by flowing out of some elements (amino-nitrogen and sugars) during the soaking.

2. *Relation between the temperature and duration of heating the raw crab and the "browning" of the canned meat*

*a. Method*

(1) Experiment A

Fractions of a mixture made from 0.01 M glucose solution and 0.01 M arginine solution were put separately in test tubes and heated respectively at various temperatures for 85 minutes. After allowing the mixtures to cool, the degree of the "browning" and the amount of reducing sugar were estimated as in the previous paper[2)3)].

(2) Experiment B

Samples of the raw white meat were heated at 115.2°C. (a pressure of 10 pounds) for various times from 60～120 minutes or at 108°～114°C. (a pressue of 5～9 pound) for 60～90 minutes respectively. After being cooled the state of meat, degree of "browning" and amounts of amino-nitrogen and sugars in the juice were estimated.

*b. Result*

Results of experiment A are shown in Table 2, those of B in Tables 3 and 4.

**Table 2.** The relation between the heating temperature and the "browning" of the mixed solution of glucose and arginine.

| Items \ Heating temp. (°C) | 100 | 105 (3 lbs) | 110 (6 lbs) | 115 (10 lbs) | 120 (15 lbs) | Blank |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Degree of browning in the mixed solution (% of transparency) | 99.0 | 98.5 | 96.5 | 95.0 | 94.0 | 100 |
| Amounts of reducing sugar before heating (mg%) | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| Amounts of reducing sugar after heating (mg%) | 89.7 | 59.0 | 57.5 | 46.1 | 11.1 | — |
| Relative decrease of reducing sugar on heating (%) | 50.0 | 62.3 | 68.1 | 74.4 | 93.8 | 0 |

**Table 3.** The browning of crab meat caused by heating at 115.2°C. (a pressure of 10 pounds) for various heating times.

| Items \ Heating time (min.) | 0 | 60 | 90 | 120 |
|---|---|---|---|---|
| Free amino-N (mg%) | 274 | — | 133 | 113 |
| Free reducing sugar (mg%) | 132 | — | 80 | 71 |
| Degree of browning of crab meat (% of transparency) | 70 | 66 | 63.6 | 45.9 |

**Table 4.** The relation between the "browning" and the heating temperature-time.

| Heating time (min.) / Aspects tested / Heating temp. (°C.) | 60 | | | 90 | | | 120 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Juice | Meat | Smell | Juice | Meat | Smell | Juice | Meat | Smell |
| 108.4 (5 lbs-press.) | Good | Good | Good | Good | Good | Good | Muddy | Spoiled | Bad |
| 109.9 (6 lbs-press.) | Good | Good | Good | Muddy | Spoiled slightly | Good | Muddy | Spoiled | Bad |
| 111.3 (7 lbs-press.) | Muddy. Browned slightly | Spoiled | Bad | Muddy. Brown | Spoiled | Bad | Muddy | Spoiled | Caramelized |
| 112.7 (8 lbs-press.) | Brown | Spoiled. Brown | Bad | Brown | Brown | Caramelized | Brown | Very brown | Strongly caramelized |
| 113.3 (9 lbs-press.) | Very brown | Very brown | Caramelized | Very brown | Brown | Caramelized | Very brown | Very brown | Strongly caramelized |

As seen in Table 2, the degree of the "browning" in the mixed solution of glucose and arginine increased and the amount of glucose decreased with ascending temperature.

The increase of "browning" and the decrease of the amount of glucose became more and more noticeable as the temperature of heating was raised to exceed 110°C (a pressure of 6 pounds).

As seen in Table 3, when the crab meat was heated at 115.2°C., the degree of "browning" increased and the amounts of free amino acid and reducing sugar decreased with elongation of heating time.

As seen in Table 4, a condition of heating suitable to prevent "browning" in the processing of crab meat is a temperature of 108.4°C. and a period of 90 minutes, or a temperature of 110°C. and a period of 60 minutes. The higher the temperature and longer the heating duration, the stronger the "browning" of the product.

3. *Relation between pH and "browning"*

*a. Method*

(1) Experiment A

Mixtures composed of M/10 glucose solution and M/10 arginine solution were adjusted in regard to pH respectively to different values falling in the range of 5~8 respectively by adding N/10 HCl or N/10 NaOH solution and were heated at 110°C. (a pressure of 6 pounds) for 85 minutes. The degree of "browning" and the amount of reducing sugar were estimated as described in the previous paper[2)3)].

(2) Experiment B

To the white meat were added the buffering solutions having pH values of 6.5～9.8, and the meat was heated at 115.2°C. (a pressure of 10 pounds) for 90 minutes. Then the degree of the "browning" was estimated.

*b. Result*

Results obtained are shown in Tables 5 and 6.

**Table 5.** Relation between the "browning" and pH of the mixed solution of glucose and arginine.

| Items \ pH | 5.0 | 6.2 | 7.2 | 8.0 |
|---|---|---|---|---|
| Degree of browning (% of transparency) | 83.0 | 24.5 | 1.0 | 0.5 |
| Amounts of reducing sugar before heating (mg%) | 90.1 | 90.1 | 90.1 | 90.1 |
| Amounts of reducing sugar after heating (mg%) | 20.8 | 5.95 | 2.65 | 2.30 |
| Decreasing ratio of reducing sugar as effected by heating (%) | 77.0 | 93.6 | 97.3 | 97.6 |

**Table 6.** Relation between the "browning and pH of the crab meat.

| pH of the crab meat | Degree of browning of the crab meat (% of transparency) |
|---|---|
| 6.5 | 68.8 |
| 7.5 | 63.8 |
| 8.1 | 56.7 |
| 8.7 | 36.8 |
| 9.3 | 10.2 |
| 9.8 | 1.5 |

As seen in Table 5, in the case of the solutions composed of glucose and arginine at pH's above 6, the "browning" increased remarkably and the amount of reducing sugar decreased. Also as seen in Table 6, in the meat of pH's above 6.5, especially in the alkali region, the "browning" increased remarkably.

From these results, the "browning" may be said to be promoted noticeably with increasing pH value.

## Discussion

When the crab meat was soaked in water, the amino acids and reducing sugar components contained in the larger portion as the extractive of the meat flowed out, so that the "browning" of the meat after the heating was less. Tarr[1] has obtained same result for the meat of *Sebastodes sp.* From these results, the washing of the meat in the processing of canned crab may be judged to be effective for the

decreasing the "browning". Preservation in ice water of the meat boiled with crust is also effective. It is true from the results in Experiment 2 that the "browning" is caused by heating, so even if a small amount of chemical components causing amino-carbonyl reaction is present in the crab meat before the heating, the "browning" finally is made visible by heating.

The relation between the mechanism of the amino-carbonyl reaction and the conditions of heating must be studied in the future. At the same time, the changes of chemical components concerning amino-carbonyl reaction contained in the raw material of crab meat before heating must be considered. As to those subjects, the author will discuss them in a separate paper.

It was shown that the heating at 110°C. (a pressure of 6 pounds) for more than 60 minutes increased the "browning". In this case, if the freshness of the raw material falls, and the pH value of the meat shifts to the alkali side, it may easily be assumed that the "browning" is accelerated as seen in the results reported above in Experiment 3.

In the practical processing of canned crab, if the heating at 110°C. (a pressure of 6 pounds) is carried out for over a period of 85 minutes, the "browning" may occur. Therefore, if the unfresh material is used, the conditions of soaking and heating should be considered.

## References

1) NAGASAWA, Y.: *This Journal*, **24** (11), 900 (1959).
2) ———————— : *ibid.*, **24** (6, 7), 535 (1958).
3) ———————— : *ibid.*, **24** (10), 816 (1959).
4) TARR, H. L. A.: *J. Fish Res. Bd. Canada*, **8**, 74 (1950)

# Studies on the "Browning" of Canned Crab Meat—V. "Browning" in Different Body-parts of Raw Crab

Yoshio NAGASAWA
*(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)*

As a rule meat of different parts of the body have their own characteristics. Presumably for that reason, the proportion and arrangement between body parts have been elaborated in packing crab meat into a can content. For example, in the preparation of the "Fancy" style cans, 2~4 large pieces of the first leg meat are placed in the top and bottom layers for the sake of a good appearance, while shoulder meat, joint meat and claw meat are placed in the sides. "Flake meat" is placed in the center. Technicians in the crab cannery speak from their experience that the claw meat, as compared with other parts of the body, hardly causes the "browning".

In this experiment, the difference of "browning" was examined between crab fleshes from various parts of the body.

*1. Method*

Raw material was boiled immediately after removing the carapace. After separating the meat from the shell of carapace, the meats were classified into claw meat, shoulder meat and leg meat. These different meats were packed seperately into can containers, and processed.

The general chemical composition and the "browning" were estimated by the method already described elsewhere[1] for the meats obtained from various parts.

*2. Results*

Results obtained are shown in Table 1.

Table 1. Difference of the "browning" between the crab meats from various parts of body

| Parts of crab body / Items | Claw meat | Shoulder meat | Leg meat |
|---|---|---|---|
| Moisture (%) | 74.9 | 78.6 | — |
| PH | 7.56 | 7.00 | — |
| V.B.-N (mg%) | 30.2 | 27.6 | 29.8 |
| Total-N (%) | 3.97 | 3.33 | 2.94 |
| Protein-N(%) | 2.15 | 1.49 | 0.90 |
| Amino-N (mg%) | 588 | 322 | 154 |
| Total reducing sugar (mg%) | 712 | 669 | 556 |
| Free reducing sugar (mg%) | 9.19 | 7.29 | 7.93 |
| Degree of browning of white meat (reflection ratio %) | 35.0 | 40.0 | 39.5 |

*Received July 28, 1958*

As seen in the table, the degree of the "browning" of the claw meat was slightly but distinctly larger than that of other meats. There is no visible difference between the shoulder meat and the leg meat.

As to the difference between the chemical compositions of the meat from various parts, claw meat was somewhat peculiar as compared with other meats in that pH was 7.56 and the amounts of volatile basic nitrogen, total nitrogen, amino nitrogen, and reducing sugars were comparatively larger than those of the other meat. In the previous paper IV[2], it was clarified that when the pH value of meat is in a range over 6.5, the "browning" increases with a rising pH value. In the claw, amino acids and reducing sugars, which are factors causing the "browning", are particularly large in amount. These facts are considered to be the reason for the ready "browning" of the claw meat.

However, men in the crab cannery say that the claw meat scarcely causes the "browning". The discrepancy between the present experimental results and the practical experience must be studied in the future.

## References

1) Nagasawa, Y.: *This Journal*, **24** (6, 7), 535 (1958).
2) ———— : *ibid.*, **24** (12), (1958).

# 魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—IV*

## ピロ燐酸ソーダとトリポリ燐酸ソーダ混合塩の保水力増強並びに足補強効果

岡村一弘・松田敏生・横山理雄
(大阪市立衛生研究所) (上野製薬株式会社研究室)

# Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—IV.

## Effects of Phosphate Mixtures Composed of Pyrophosphate and Tripolyphosphate upon the Factor of Water Intake and the Jelly Strength of "Kamaboko"

Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama

In the previous article (III), it was assumed that the factor of water intake of fish flesh was closely related to the jelly strength of "Kamaboko".

Effects of phosphate mixtures composed of pyrophosphate (P. P. Na) and tripolyphosphate (T. P. Na) at various rates were investigated in this paper, in aspects related to the factor of water intake of raw flesh and the jelly strength of "Kamaboko" made thereof.

1) It was confirmed that both actions of these phosphate mixtures upon the factor of water intake (moisture retention) of flesh and upon the jelly strength of "Kamaboko" are closely related with each other.

2) Being used at 0.3% concentration, the phosphate mixtures in which the ratios of P. P. Na to T. P. Na were 8 : 2, 7 : 3 and 6 : 4, respectively, were distinctly more effective than mixtures in other compositions and also than the single salt as ingradient of these mixtures.

3) When the ratio of P. P. Na and T. P. Na was 9 : 1, the phosphate mixture was not effective on jelly strength of "Kamaboko".

Further, the reason why the effects of phosphate mixtures on jelly strength shift with variations in the ratio of P. P. Na to T. P. Na was studied and we discovered a new fact as follows:

4) At a certain low concentration, a strong electrolyte, for example, sodium chloride, sodium pyrophosphate and tripolyphosphate respectively, most strongly depresses the factor of water intake of flesh and jelly strength of "Kamaboko".

The ionic concentration in such a low concentration range can be calculated as follows:

$$N\mu=\frac{1}{10},\quad N\sum_i Z_i^2 V_i=\frac{1}{5},\quad \left(N=\frac{1}{2}\sum_i |Z_i| V_i\right)$$

($N$: the number of normality, $\mu$: ionic strength at which the factor of water intake attains to a minimun, $Z_i$: valence of the $i$th ion, $V_i$: molar concentration of $i$th ion.)

It was examined how the factor of water intake of the flesh treated with P.P.Na and T.P.Na, separately, shifts on addition of HCl:

5) It was suggested the possibility of that the increase in the factor of water intake caused by P. P. Na and T. P. Na are not of the same origin.

## 緒　　言

第II報[1]において，ピロ燐酸ソーダ (P. P. Na) とトリポリ燐酸ソーダ (T. P. Na) の混合塩は，これら単独塩

1958 年 10 月 9 日受理

* その大要は昭和 33 年 4 月 3 日，農学大会水産部会において発表。

類より足補強効果の強いことを知つたので更に詳細に P. P. Na と T. P. Na との混合塩の足補強効果を調べた。第 III 報[2]において魚肉ねり製品の足は材料魚肉の保水力の強弱に深い関係があることが判つたので，先づ P. P. Na と T. P. Na との各種の混合塩を用いていろいろな原料生肉の保水力と製品であるかまぼこの足とを調べた所，この保水力に見られる傾向と破断応力，破断伸度および足の強さに見られる傾向とが全くよく一致したので，生肉の保水力とねり製品の足の間には可成り密接な相関関係があるという，第 III 報[2]の推定を確認することができた。

しかし P. P. Na と T. P. Na の混合塩は或る比率で調製された場合には著しく足を補強するが，また他の或る比率ではかえつて足を低下させるので，その理由を吟味してみた。

またねり製品の足の強弱はその原料魚の生肉の吸水力の大小によつて影響されると考えられるので，P. P. Na と T. P. Na の生肉の吸水力増強効果を色々な pH において比較し，これら 2 種の塩の吸水率の傾向が互に全く異なることから，足補強効果を惹起する経路に関してもまた互に異なるのではなかろうかと考えた。

## 実験および実験結果

### 1. P. P. Na と T. P. Na の各種比率からなる混合塩の生肉吸水力に及ぼす影響

P. P. Na : T. P. Na の比 1 : 9, 2 : 8, 3 : 7, 4 : 6, 5 : 5, 6 : 4, 7 : 3, 8 : 2, 9 : 1 の 9 種の混合塩を作り，これらの混合塩の 0.1, 0.3% の水溶液を用い，二塩の混合比率の相異に依つて生肉の吸水力がどのように変化するか試験した。生肉には豚*の赤身肉を用い第 III 報の方法に依り，肉 : 水 = 1 : 9 の条件下に吸水率を求めた。その試験結果は Fig. 1-1 の通りであつて 0.1, 0.3% 溶液とも P. P. Na : T. P. Na=6 : 4

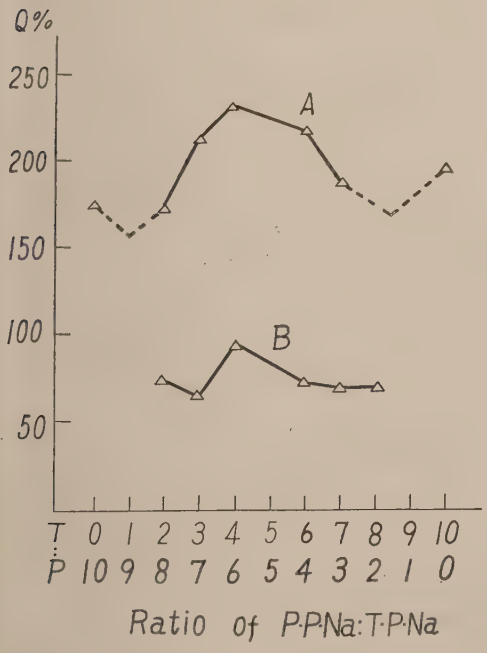



**Fig. 1-1.** The factor of water intake (Q) of pork treated with solutions of phosphate mixtures in different compositions.
Meat : solution=1 : 9. A: stands for 0.3% solutions, B: for 0.1% ones.

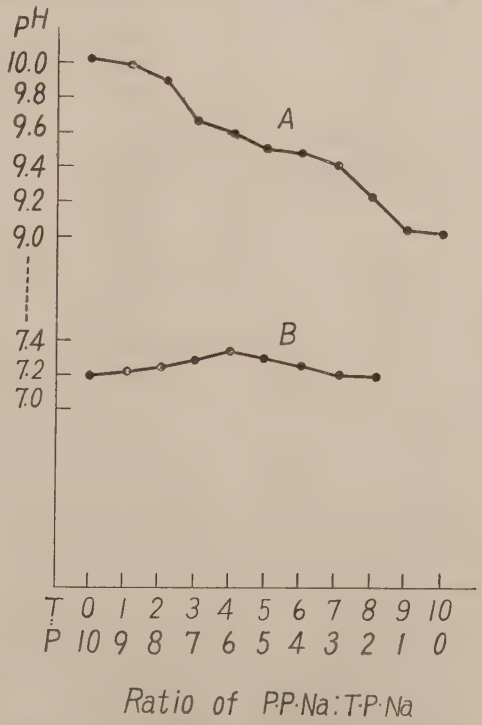



**Fig. 1-2.** A: pH's of 0.3% solutions of phosphate mixtures.
B: pH's of the supernatant liquids from the pork meat treated with the above solutions. In B, meat : solution = 1 : 9.

* 魚肉を用いると吸水力が強すぎて遠心分離しても上澄が分離しないので，便宜上保水力の弱い豚肉を使用した。

の比率で吸水率は最大となつており，0.1% 溶液では P. P. Na : T. P. Na = 7 : 3 の所で吸水率は低下して谷を形成している。Fig. 1-1 における 0.3% 溶液について破線で示した部分は測定値ではなく予想値であつて（後出），次の実験3で吸水率に谷を形成することを説明し，その低下する理由については考察の所で述べる。またこの 0.3% 混合塩溶液の pH は Fig. 1 2 の A の通りであり，生肉を 0.3% の混合塩で処理した上澄液の pH は B の通りである。

**2. P. P. Na と T. P. Na の各種比率混合塩のかまぼこに対する足補強効果**

実験1と同様に P. P. Na と T. P. Na の各種の比率の混合塩9種を作り，これらの混合塩を魚肉摺身に 0.3 %添加して常法によりかまぼこ5枚づつを製作し，一夜間放置して，第Ⅱ報[1]と同様の方法で清水教授の gelometer[3] を用いて破断伸度（$L$），破断応力（$F$）* を測定し，足の強さ $X$ を $X=0.72F+3.39L-3.74$ の式から計算に依つて求めた。その結果は Fig. 2 の通りであつて，足の強さ $X$ は P. P. Na : T. P. Na, 8 : 2, 7 : 3, 6 : 4 において最も大きくなり，ここで非常に顕著なピークを形成する。また 5 : 5 の所で急激に足が低下し 3 : 7, 2 : 8 と足が回復して 1 : 9 の所で再び急激に足が低下するる。

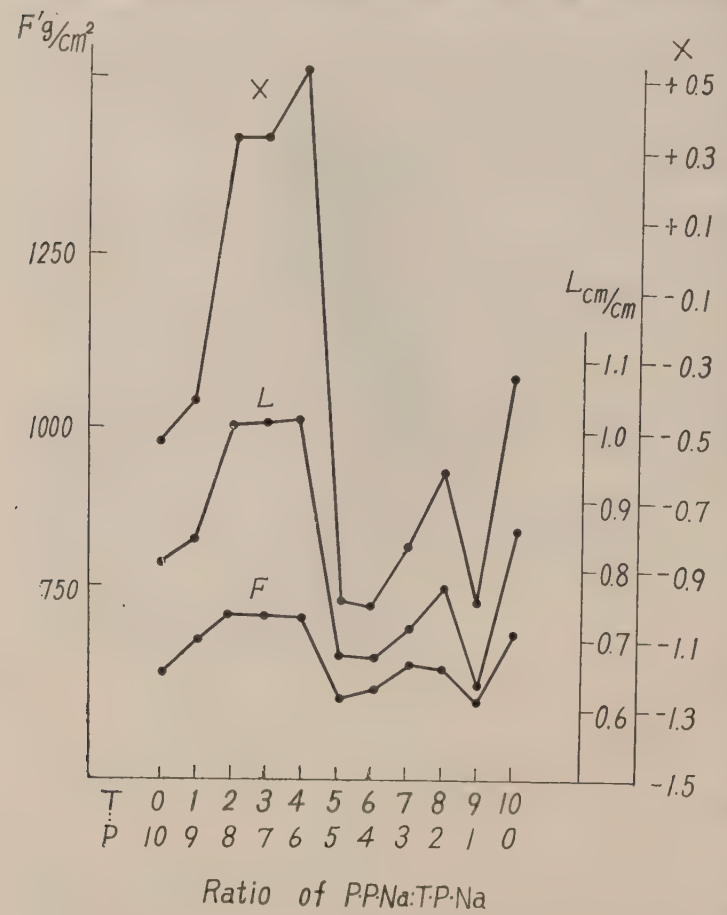



**Fig. 2.** Jelly strength ($X$), "asi", breaking strain ($L$) and breaking stress ($F'$) of "Kamaboko" treated with 0.3% phosphate mixtures.

本実験に使用した魚肉摺身はキグチ 6，ハモ 2，エソ 1，タチウオ1からなる魚肉で，澱粉は魚肉量の 27% 添加されている。

**3. 低濃度の P. P. Na および T. P. Na が生肉の吸水力に及ぼす影響**

吸水力の測定法は実験1と同じ方法に依つて試験した。生肉としてはできるだけ吸水力の低い肉として赤肉を使用した。また本実験は先の実験2の Fig. 2 における P. P. Na : T. P. Na = 1 : 9 の所でかまぼこの足が低下するのを説明するための裏づけの実験であるため，かまぼこには食塩が約 3% 添加されているの

* $F$(kg/cm²)，しかし Fig. 2 においては $F'$(g/cm²) で表わした。$F$(kg/cm²) × 1000 = $F'$(g/cm²)

で，3% 食塩水を使用し，この食塩水に燐酸塩を 0～0.3% 添加した場合の吸水率の変化をしらべた。実験には生肉に対して 9 倍の塩溶液を用いた。その結果は Fig. 3 の通りであつて，Fig. 3 の破線は豚赤肉の食塩濃度による吸水率の変化であり，第 III 報[2]に詳しく説明した所である(第 III 報 Fig. 5 参照)。Fig. 3 から判るように豚赤肉の水に対する吸水率は 160% であるが，3% 食塩溶液に対する吸水率は 600(～500)% に増大する。この 3% 食塩溶液に P. P. Na, T. P. Na を低濃度 (0.03～0.06%) 添加すれば，吸水率が低下して Fig. 3 のように吸水率曲線に谷を形成する。この谷は P. P. Na では 0.05%, T. P. Na では 0.03% 附近にあり低下の割合は T. P. Na の方が少ない。Fig. 3 において 3 つの曲線が大体同じような傾向を示すが，破線は食塩濃度による変化で塩濃度の目盛が P. P. Na, T. P. Na 濃度の 10 倍にとつてある。第 III 報[2]の考察で述べたようにイオン強度を考える時濃度 (mol.) が同じであれば P. P. Na, T. P. Na のイオンの強さはそれぞれ食塩のイオン強度の 10, 15 倍となるので，この Fig. 3 における吸水率低下の原因は第 III 報で述べた食塩の 0.1 mol. (0.6%) 濃度における吸水率の低下の場合と同じように，強電解質たる無機塩のイオンが蛋白質の解離基のイオン的効果を，従つて蛋白の親水性を抑えるために吸水率が低下するのであろう。また吸水率低下の割合は P. P. Na の場合 T. P. Na よりも大きいのは P. P. Na の方が T. P. Na より強電解質であるためと考えられる。

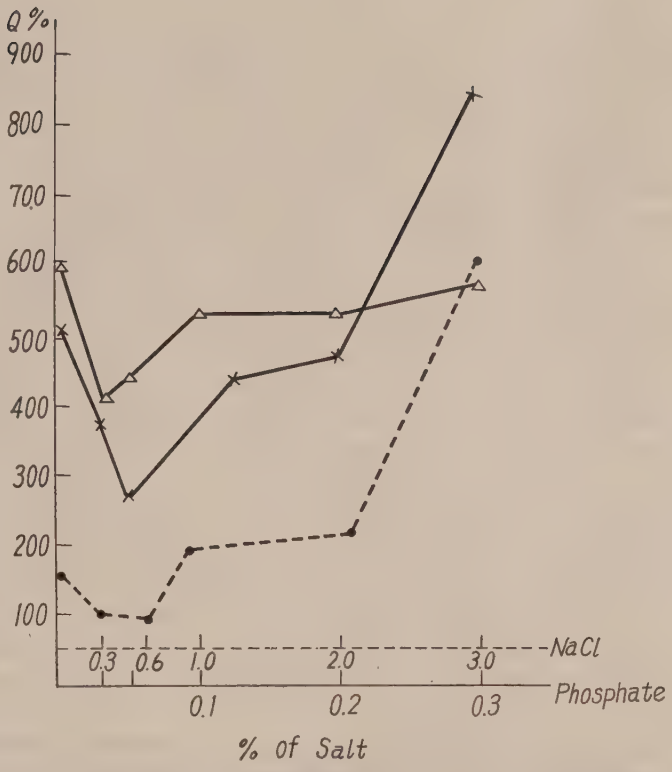



**Fig. 3.** Sensibility of moisture retention of meat minute addition of salt shown as the change of the factor of water intake (Q) of pork. Meat : solution = 1 : 9.
×: Na-pyrophosphate, △: Na-tripolyphosphate, ●: NaCl.

**4. 魚肉の吸水力を増強せしめる P. P. Na, T. P. Na の特異性**

かまぼこ材料のグチ 6, ハモ 4 の魚肉摺身 (食塩 2～3% 添加) を用い，この摺身 50g に対して 0.3% P. P. Na, 0.2% T. P. Na 溶液をそれぞれ 250cc 用い，これに 1% HCl を加えて HCl の量に依つて吸水力がどのように変化するかを試験した。その結果は Fig. 4-1 の通りであつて P. P. Na 溶液においては吸水率曲線に 2 つの山が見られるが，T. P. Na 溶液では山は見られない。

従つて斯様な HCl 添加に依つて P. P. Na と T. P. Na の現わす挙動が互に著しく異なることから P. P. Na と T. P. Na の吸水力増大機作が互に可成り異なるのではないかと考える。

更に Fig. 4-1 の実験に使用した魚肉は 2 種の異なる魚種からなるので P. P. Na に於て HCl 添加に依つて現われるこの 2 つの山は魚種の異なる 2 種の魚肉に帰因するのではないかと考え単独の魚肉即ちグチのみ

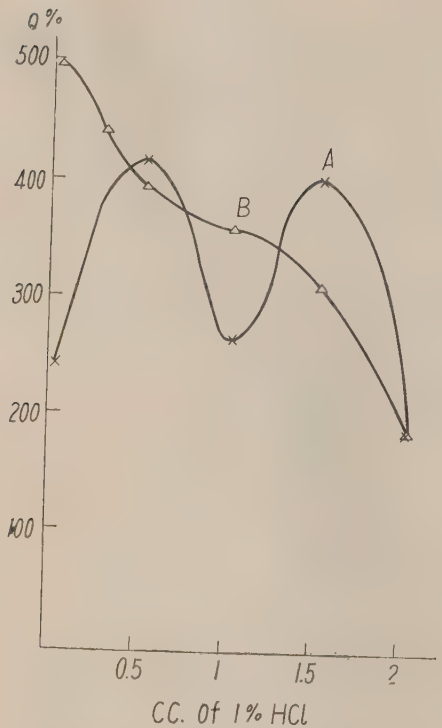



**Fig. 4-1.** The peculialities of phosphates reflected in the effect of HCl addition upon the factor of water intake of fish flesh*. A stands for the flesh treated with 0.3% solution of Na-pyrophosphate, B for the flesh treated with 0.2% solution of Na-tripolyphosphate.
*: A mixture composed of sea-eel flesh (40%) and "*nibea*" flesh (60%).

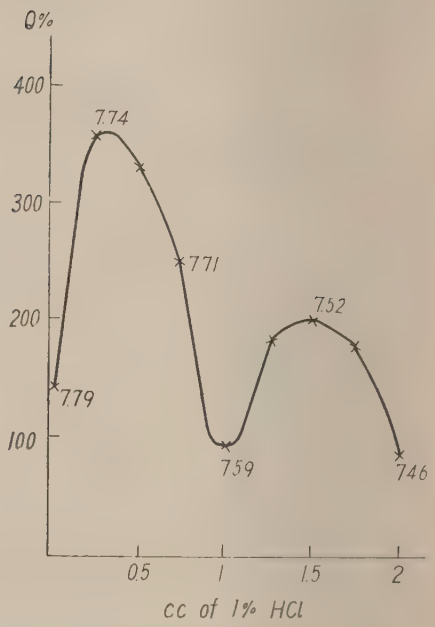



**Fig. 4-2.** The effect of Na-pyrophosphate on the factor of water intake of pure "*nibea*" flesh in the presence of varying amounts of HCl. The arabic numerals by the curves show the pH value.

かゝる魚肉を使用して実験を行なつた。グチ肉は非常に保水力が強く，水のみで実験しても吸水率測定が不可能なので 0.5% 食塩溶液を使用し，吸水力を適宜低下せしめて実験を行なつた。

即ち食塩 0.5%，P.P. Na 0.2% の溶液に HCl を添加して，肉：溶液 = 1：5 で実験を行なつた結果は Fig. 4-2 の通りであつて，単独の魚肉においても吸水率曲線に 2 つの山が現われる事が判る。また 2 つの山に対応する pH は 7.74, 7.52 であり谷の pH は 7.59 であつた。

## 考　　察

魚肉の保水力を左右する最も大きな因子は pH とイオン強度であるが[4),5),6)]，蛋白質のような高分子物質における吸水力の増強に関しては膨潤といつたような一種の溶解現象の前段階を無視するわけに行かない。C. E. Swift and Rex Ellis 等も正燐酸塩，ピロ燐酸塩処理肉の吸水力の研究において燐酸塩処理肉の吸水力を支配する因子は筋肉蛋白の溶解度に影響するもので，温度，時間，イオン強度，処理の pH 及び特殊効果としてイオンの固有的効果（例えば $I^-$, $Mg^{++}$ イオン）を上げている。著者等も第 III 報[2)]の研究において，燐酸塩類が魚肉の吸水力を高める際には，イオン強度の増大が pH の効果にプラスする可能性のあるこ

とを述べた。しかし本実験においては pH，イオン強度だけでは説明のできない多くの事実が発見される。即ち P. P. Na と T. P. Na の混合塩溶液で処理した肉の吸水率は Fig. 1-1 のようであるが，0.3% 混合塩溶液の場合には P. P. Na : T. P. Na の比が 7 : 3, 6 : 4, 4 : 6 において肉の吸水力が著しく高められ，いずれも P. P. Na, T. P. Na の単独塩溶液を 0.3% 使用した場合より吸水力が大きくなつている。また 0.1% 混合塩溶液では P. P. Na : T. P. Na の比が 6 : 4 の所で吸水力が最大となり，7 : 3 の所で極小値をとる。Fig. 1-1 の 0.3% 溶液の点線の部分は想像図であるが，P. P. Na : T. P. Na の比が 9 : 1 及び 8.5 : 1.5 の所で吸水率が低下する筈である。この点線の部分で吸水率が低下するということを実証した結果が Fig. 3 である。1 の実験に使用した 0.3% 混合塩の pH は Fig. 1-2 の通りであつて P. P. Na は T. P. Na よりアルカリ度が高く，従つて P. P. Na 単独塩溶液が一番 pH が高く，T. P. Na が多く混合される程 pH が低下し，T. P. Na 単独塩溶液に至つて最低となつている。しかるに吸水率曲線は Fig. 1-1 のように極大，極小の山と谷を作るので，P. P. Na と T. P. Na との混合比によるこの種の変化は pH やイオン強度のみでは説明されない。Fig. 1-2 から判るように P. P. Na と T. P. Na の混合塩だけの 0.3%溶液の pH は P. P. Na の混合比が大なるほど pH が大きいことが当然であると思われるが，肉をこの液で処理して得た上澄液の pH の変化は，蛋白の溶解によつて緩衝作用のため，Fig. 1-2 に示すように非常に少ない。それにもかかわらず吸水率曲線の極大の所で pH も明らかに極大となつていることは非常に興味を覚えさせる。

実験 3 の所でも述べたが Fig. 3 から明らかな通り，P. P. Na, T. P. Na はそれぞれ 0.05%, 0.03% の溶液において生肉の吸水力を著しく低下せしめる。Fig. 3 の破線は食塩濃度による生肉の吸水率曲線を示しているが，図のように食塩濃度の目盛りを丁度燐酸塩の目盛りの $1/10$ (〜$1/15$) に縮小すればほぼ同様の傾向を示すことが判る。第 III 報[2] において食塩濃度 0.6% 附近で吸水率曲線に極小値が見られることについて説明を試みたが，恐らく今度の場合も P. P. Na, T. P. Na 何れも強電解質であつて蛋白質分子中の親水基の電離効果を押えるために蛋白質の親水性が低下し，吸水力が減少したような結果が現われたと考えられる。

従つてこの場合にはイオン強度が最も問題となる。食塩の場合にはイオン強度 0.1 となる濃度でこの現象が起きたわけだと考えられる。第 III 報の考察で述べたように食塩がこの吸水率を低下せしめる濃度は 0.1M 附近であつて，食塩の 0.1M 溶液のイオン強度に相当する燐酸塩溶液の濃度は P. P. Na, T. P. Na においてはそれぞれ 0.1M 溶液の $1/10$, $1/15$ となる。Fig. 3 においては P. P. Na は 0.05% 附近で，T. P. Na は 0.03% 附近で吸水率が最低となつており，丁度 P. P. Na では M/400 は 0.067%，T. P. Na では M/750 溶液は 0.03% に当るので，そのイオン強度を計算するとそれぞれ食塩の場合のイオン強度 0.1 の $1/4$, $1/5$ となつている。今，1 モル溶液を規定濃度で表わした規定度を $N$ とすれば，食塩では 1, P. P. Na では 4, T. P. Na では 5 となる。吸水率が低下する点についてイオン強度を $\mu$ とすれば食塩では 0.6% (M/10), P. P. Na では 0.05% (M/400), T. P. Na では 0.03% (M/750) であるから，$\mu \cdot N = \frac{1}{10}$ となる。また $\mu = \frac{1}{2} \sum_i Z_i^2 V_i$ であるからイオン強度が，$N \cdot \sum_i Z_i^2 V_i = \frac{1}{5}$ となる濃度で吸水率が低下することとなる ($Z_i$ はイオンの原子価，$V_i$ はイオン濃度)。従つてこれら 2 つの式から吸水率の低下する溶液の濃度またはイオン強度を計算することができる。実験 3 では 3% 食塩水を用いて一旦高められた吸水率が，これに P. P. Na, T. P. Na をそれぞれ 0.1% 以下併用すれば再び吸水率が低下することを示す。生肉に燐酸塩類溶液 0.05% のみを使用して吸水率をしらべれば，吸水率の低下は見られない。それは吸水率測定には肉の数倍量の溶液を使用するため，P. P. Na, T. P. Na 溶液では pH 上昇に因る吸水率の増加が塩の低濃度に因る吸水率の低下を隠蔽してしまうからである。しかし 3% の食塩で一旦吸水率を高めておくと，食塩による吸水率の増加が 0.05% P. P. Na または 0.03% T. P. Na 添加が招く pH の増大の吸水率増大効果よりはるかに大きいため，かかる pH による吸水率増加は打ち消され，強電解質の低濃度添加による吸水率の低下だけが見られる。先に述べた通り P. P. Na の 0.05% および T. P. Na の 0.03% のみでは吸水率は低下しないが，0.1% 以上の P. P. Na で一旦吸水率を高めたものに 0.03% の T. P. Na を添加するとか，逆に 0.1% 以上の T. P. Na で吸水率を高めたものに 0.05% の P. P. Na を添加すれば，吸水率は著しく低下する。Fig. 3 の

吸水率が低下するのはこの理由による。Fig. 1-1 の混合塩の 0.3% 溶液における点線部分も同じ理由に依るもので（実験の所でのべたように想像図），P. P. Na : T. P. Na の比が 9 : 1 の点（A 点）ではこの液は P. P. Na を 0.27%，T. P. Na を 0.03% 含むこととなり，P. P. Na : T. P. Na の比が 1.5 : 8.5 の点（B 点）においては P. P. Na の濃度は 0.045%，T. P. Na は 0.255% となり，A 点では低濃度の T. P. Na のため，B 点では低濃度の P. P. Na のために吸水率が低下する。更に，0.1% 混合塩溶液は，Fig. 1-1 の下方の曲線のように P. P. Na : T. P. Na の比が 7 : 3 において吸水率が低下する。これはこの点において T. P. Na の濃度が 0.03% となるためであって，混合塩においては使用濃度が変化すれば吸水率の低下する所の混合率もまた変化する。従って混合塩にあってはその混合塩の内の一成分塩のイオン強度（$\mu$）が $\mu = 0.1$N となる濃度において吸水率が低下することとなる。またイオン強度は含まれている凡てのイオンについての総和であるが，ここで述べている吸水率低下には他のイオンが関係なく，1 つの塩について，その塩のイオン強度（$\mu$）が $\mu = 0.1$N となれば吸水率が低下することとなる。これはまことに興味あることである。

次に 0.3% 溶液においては P. P. Na : T. P. Na の比が (7～4) : (3～6) の附近で吸水率が強められ，P. P. Na, T. P. Na をそれぞれ単独に使用した場合より著しく高くなっているが，この理由はイオン強度とか塩濃度とか，また混合塩の肉に及ぼす pH の高低のみからは説明できない。

しかし Fig. 1-2 から明らかなように混合塩溶液の pH は P. P. Na の比率が大きくなるにつれて単調に高くなっているが，吸水率測定時の上澄液の pH はこれと異なり P. P. Na : T. P. Na の比が 7～4 : 3～6 という吸水率の高い所で最も高くなっているのは注目すべきであろう。恐らく P. P. Na : T. P. Na = 6 : 4 の附近で保水率が最高となるのは P. P. Na 及び T. P. Na の肉類に対する保水力増強作用，肉類の pH の上昇とか塩効果による作用の外に全く別な理由での一恐らくその塩個有の一効果が原因していて，その別々の効果が附加的に作用して Fig. 1-1 の吸水率曲線にこの点で最高値を与えるのであろうと考えられる。Fig. 1-1 と Fig. 2 を比較するにかまぼこの足の強弱と肉の吸水率の大小とは大体非常に良く似ているように思われる。即ち足も吸水率も P. P. Na : T. P. Na の比が 7 : 3, 6 : 4 において最高となっており，吸水率も足も 1 : 9 において著しく低下している。

従って第 III 報[2]においてねり製品の足は原料魚の吸水率に比例関係があることを推定したが，本報においてもほぼそのことが確められた。しかし Fig. 2 の P. P. Na : T. P. Na の比が 5 : 5, 4 : 6, 3 : 7 において足が著しく低下される理由は不明である。（別の報文で述べる予定であるが，ねり製品の足は製造後始めの間は非常に変動が激しいが，冬期では 24 時間ではほぼ一定となり，その後の変動は少ない。夏期においては一定となるまで更に時間がかかる。本実験は夏期に行ない足の測定には 30 時間を要し，製造後 18～48 時間にわたって足を測定したが，この始めの間の足の低い部分では製造後から足測定時までの足の変化の不規則性が少なからず影響しているように考えられる）。

更に P. P. Na と T. P. Na の 0.3% 混合塩は P. P. Na : T. P. Na = 7 : 3, 6 : 4 で著しく肉の吸水率及び足を強めるがその理由として，イオン強度とか，pH 等のような一般的なものでなく，その塩個有の作用があってそれが附加されたのであろうと述べた。実験 4, Fig. 4-1, 4-2 から明らかなように 0.2% T. P. Na および 0.3% P. P. Na 溶液に塩酸を極く少量ずつ添加した時の魚肉擂身（ハモ 4，タチ 6）の吸水率曲線を見ると，T. P. Na では塩酸の添加量が増大するにつれて吸水率，pH が共に低下するが，P. P. Na においては吸水率曲線に 2 つの顕著なピークが見られる。この実験 4 の事実からも P. P. Na と T. P. Na の肉の吸水性に及ぼす形式は全く別な作用機構によるものであろうかと考えられる。また Fig. 4-1 の P. P. Na 溶液に塩酸を添加した場合に見られる 2 つのピークは 2 種の異なる魚肉によるためではなかろうかと考え，タチ肉のみにて同様に実験した結果も Fig. 4-2 のように 2 つのピークが見られ，魚種の差によるものではない。このピークの pH は Fig. 4-1 では 7.55, 7.30, Fig. 4-2 においては 7.74, 7.52 である。岡田・笠田[1]は広範な pH 域にわたって魚肉の膨潤について研究しているが，同氏等の研究においては pH 7.7～7.3 の附近にかかる 2 つのピークは見られないから，このピークは pH によるものではなく P. P. Na 処理にのみ見られる独特なものではなかろうか。

## 要　　約

ピロ燐酸ソーダ (P. P. Na) とトリポリ燐酸ソーダ (T. P. Na) の種々の混合比からなる混合塩の生肉に対する吸水力およびかまぼこに対する足補強効果を調べた。その結果

i) これら2塩の混合物の吸水力増強作用と足補強効果は密接な関係のあることを確めた。

ii) 混合塩を 0.3% 使用した場合には，P. P. Na : T. P. Na の比が 8 : 2, 7 : 3, 6 : 4 の混合塩は極めて特異的に吸水力および足を増大し，これらの塩を単独に 0.3% 使用した場合よりはるかに効果がある。これは2塩の効果が附加的に表われるためと考えられる。

iii) P. P. Na : T. P. Na の比が 1 : 9 のものはこれら 2 塩を単独に使用する場合より足は弱い。混合比率の相違により足と吸水率が著しく変化する理由を考察し，強電解質は或る低濃度で著しく吸水率を低下することを知つた。そのイオン濃度 ($V_i$) はその塩のイオン強度 ($\mu$) に関係があり，イオンの荷電数を $Z_i$, 1 モル溶液を規定濃度で表わした規定度を $N$ とすれば $\mu = 0.1N$, $N \sum_i Z_i^2 V_i = \frac{1}{5}$ の二式を満足する。

iv) P. P. Na, T. P. Na 溶液の pH を塩酸で変化させながら吸水率を調べた所，pH の変化による2塩の吸水力の変化は著しく様相を異にする。従つて ii), iii) およびこの事実から P. P. Na と T. P. Na の肉の吸水力に及ぼす影響の出所は非常に異なるように考えられる。



## 附　　記

原稿の御高覧を給わつた京都大学の清水亘教授，御指導を給わつた大阪市立衞生研究所の茶珍俊夫・久保正徳・田中薫樹の諸先生方並びに研究費の援助を給わつた上野製薬株式会社社長上野政治郎氏に厚く感謝申し上げると共に実験の一部担当をお願いした徳島ハム株式会社研究室の岩田弘・小田秀人の両君にお礼申し上げます。


## 文　　献


1) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌, **24**, No. 10, 821～825 (1959)
2) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌, **24**, No. 10, 826～832 (1959)
3) 志水　寛・清水　亘: 本誌, **19**, 4, 596 (1953).
4) 野口栄三郎・木崎五一・西田よう子: 本誌, **16**, 25～28 (1950).
5) C. E. Swift and Rex Ellis: *Food Tech.*, **10**, 11, 546～552 (1956).
6) 岡田　稔・多田節子: 本誌, **19**, 3, 178～184 (1953).

# 魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—V.*

## 各種燐酸塩の足補強効果並びに摺身の“だれ”防止について

岡村一弘 (大阪市立衛生研究所)
松田敏生・横山理雄 (上野製薬株式会社研究室)

# Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—V.

## The Effect of Phosphates on the Jelly Strength of "Kamaboko" and on the "Dare", Plastic Flow, of Raw Fish Paste

Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama

In the previous papers, it was reported that, while Na-pyrophosphate (P. P. Na), Na-tripolyphosphate (T. P. Na) and a certain phosphate mixture composed of them were most effective in increasing the jelly strength of "Kamaboko", these salts were attached by fault of increasing the "Dare", *i. e.*, plastic flow of raw fish paste.

Under the attempt to find the salts such as not only increase the jelly strength of "Kamaboko" but do not effect the "Dare" of raw fish paste, various kinds of phosphate and their mixtures were examined:

1) Being used at 0.2% concentration, Na-hexametaphosphate (H. P. Na) had a large effect as Na pyrophosphate or Na tripolyphosphate on jelly strength of "Kamaboko", and undesirable "Dare"-effecting action of H. P. Na was less than that of P. P. Na or T. P. Na.
2) In salt mixtures composed of H. P. Na and T. P. Na, 0.3% use composed of one part T. P. Na and two parts of H. P. Na was most strongly increased jelly strength of "Kamaboko", but the degree of "Dare" of raw fish paste arising from addition of this mixture was greater than that produced by T. P. Na.
3) The addition of Na tertiaryphosphate ($P.Na_3$) had an enhancing effect on the jelly strength of "Kamaboko" and moreover it did not bring about "Dare" of raw fish paste.

   The effect of $P.Na_3$ on jelly strength of "Kamaboko" varied with the difference in pH value of initial raw fish paste; therefore, the most ecomocical dose of $P.Na_3$ to raw fish paste for "Kamaboko" seems to be modified in the range of 0.1～0.3%.
4) Na-secondary-phosphate ($P.Na_2$) distinctively had a promotive effect upon the jelly strength of "Kamaboko", which increased in proportion to its concentration in "Kamaboko". In spite of such effect, $P.Na_2$ not only in itself did not bring on the "Dare" but also kept down other phosphates from causing raw fish paste to tend to "Dare".

The addition of phosphate mixtures composed of 0.1% T. P. Na and 0.3～0.4% $P.Na_2$ were not only more effective in strengthening the "Kamaboko" jelly as compared with 0.1% T. P. Na only, but also they did not bring on the "Dare" of raw fish paste produced by the 0.1% ingradient of T. P. Na.

Therefore, $P.Na_2$ has an ability of preventing the "Dare" of raw fish paste effected by addition of other phosphates, but this ability is so week that $P.Na_2$ is scarcely available for

1958 年 10 月 14 日受理

* その一部は昭和 33 年 4 月 3 日，日本農学大会水産部会（東京水産大学）において発表。

preventing the strongest "Dare" produced by addition of mixture salt which prepared from six parts of P. P. Na and four parts of T. P. Na.

## 緒　　言

前報[1),2),4)]の実験結果から，T. P. Na, P. P. Na およびその混合塩は足補強効果が極めて強いが，かまぼこに応用した場合摺身が"だれ"て盛りの高い製品ができない上に普通のかまぼこにあつても背が低くなるとの苦情*がある。そこで足補強効果は幾分減少しても"だれ"ない燐酸塩を発見しようとヘキサメタ燐酸ソーダ (H. P. Na)，テトラポリ燐酸ソーダ (Tr. P. Na)，第三燐酸ソーダ (P. $Na_3$)，第二燐酸ソーダ (P. $Na_2$) およびこれらの混合塩を添加してかまぼこを作り，これらの塩の足補強効果並びに魚肉摺身の"だれ"を調べた。その結果正燐酸ソーダ以外のものはすべて"だれ"る事を認めた。

ポリ燐酸塩類は蛋白の親水性を増大し，且つ actomyosin を actin と myosin に解離[5),6)]するので蛋白が低分子となり，粘度が低下し，水溶性の増大を来し，流動性が大となつて"だれ"の現象を来すものと考えられる。またアルカリ性の強い塩ほど"だれ"を起す傾向が強いが，アルカリ性が大となれば蛋白ミセルは膨潤して保水力が大となる。蛋白のような高分子物質の膨潤は溶解の一前段階とみなされるので，膨潤し保水力が大となるせいで流動性が大となるのだとも考えられる。しかるに正燐酸の第三ソーダ塩は最もアルカリ性が強いにも拘わらず"だれ"ないので，"だれ"は pH の上昇以外の何等かの別の因子に起因すると考える方が正しいようである。実験の結果，第二燐酸ソーダは"だれ"防止作用のあることを認めたのでここに報告する。

## 実験の部並びに考察

### 1. H. P. Na 単独の足補強効果と"だれ"

T. P. Na は P. P. Na に較べ"だれ"が少なく色々な点で P. P. Na より作用が穏やかである。従つてアルカリ度の低い更に高分子の H. P. Na を使用すれば作用が穏やかで，足の補強作用は幾分低下するが，"だれ"が少なくなるのではなかろうかと考え，I 報[1)]で官能的に一応足の補強効果を認めているので，更に正確にその足補強効果と"だれ"を観察することとした。

**a) 実験方法**：かまぼこの製造は常法によつた。即ちかまぼこ製造販売店において板付け直前の摺身を購入し，摺身 500g にそれぞれ所定の H. P. Na 粉末を加え充分均一に混ぜ合わせて，この摺身から3枚のかまぼこを作つた。摺身の組成はハモ 35%，シログチ 20%，キグチ 30%，ニベ 10%，サメ 5% からなる混合魚肉で，この混合魚肉に対して外掛け 20% の小麦粉澱粉とその倍量の水を加えて擂潰したものである。足の測定法は色々ある[9)]がII報[2)]記載の志水・清水[10)]氏の方法により破断応力 ($F$)，破断伸度 ($L$) を測定し足の強さ ($X$) を $X = 0.72F + 3.39L - 3.74$ の式から算出した。足の測定には3枚のかまぼこを用い，その平均値によつた。pH の測定はI報[1)]と同じ方法によつた。

"だれ"の観察は摺身を板付けして約 30 分間放置し，肉眼観察に依つてその大小をきめた。即ち対照の状態を－，対照に比し極く僅かに"だれ"たものを±，僅かに"だれ"たものを ＋，"だれ"たものを ＋＋，"だれ"の激しいものを ＋＋＋ で表わした。

**b) 実験結果と考察**；その結果は Table 1 の通りであつて，H. P. Na 添加のものはすべて足が補強されており，0.15% までは効果が少ないが 0.2% で急に効果が増大される。pH は H. P. Na 添加に依つて低下し，0.06% 以上添加しても殆んど変化がない。"だれ"は 0.1% 以下では ± であり，0.15～0.2% 添加に依つて ＋ となり，P. P. Na, T. P. Na に較べると"だれ"は少ない。この足の補強効果および"だれ"の現象は pH の低下にかかわらず濃度の増加に伴なつて増大している。従つて H. P. Na の足補強効果並びに"だれ"の現象は pH の上昇によるものではないと判断される。

---

* II報の考察参照

**Table 1.** Effects of Na-hexametaphosphate on jelly-strength and upon the plastic flow, "Dare", of ground and brayed fish muscles for "Kamaboko".

| Additive | | Breaking stress $F'$(g/cm²) | Breaking strain $L$(cm/cm) | Jelly strength $X$ | pH | Plastic flow "Dare" |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kind | Conc. | | | | | |
| Control | — | 540 | 1.12 | 0.40 | 6.95 | − |
| H. P. Na | 0.02% | 640 | 1.10 | 0.44 | 6.92 | − |
| | 0.04 | 730 | 1.18 | 0.66 | — | − |
| | 0.06 | 610 | 1.10 | 0.43 | 6.78 | − |
| | 0.08 | 730 | 1.19 | 0.83 | — | ± |
| | 0.10 | 750 | 1.20 | 0.87 | 6.78 | ± |
| | 0.15 | 840 | 1.23 | 1.03 | — | + |
| | 0.20 | 840 | 1.40 | 1.86 | 6.77 | + |

H. P. Na: Sodium hexametaphosphate. $X$: $0.72F^* + 3.39L - 3.74$ $F^*$: Kg/cm²

**2. T. P. Na と H. P. Na の混合塩による補強効果と "だれ"**

実験1で H. P. Na は "だれ" が少なく可成り足補強効果があるので，T. P. Na と H. P. Na を適当に組合せることに依つて "だれ" が少なくて，II報[2]，IV報[4]における P. P. Na と T. P. Na のように，極めて足の強い混合塩が見出されないだろうかとの考えの下に実験を行つた。T. P. Na は 0.1% 使用が最適であるので（I[1]～IV[4]報参照）これに H. P. Na を色々の濃度で添加した。

**a) 実験方法:** かまぼこ製造方法並びに実験方法は実験1と全く同じである。摺身として高級品と普通品の2群に分けて試験した。（高級品と普通品とは魚肉組成には大差なく普通品は高級品の魚肉を澱粉と水に依つて 1.5 倍延ばしてあると考えて差支えない。）更に同時に T. P. Na, P. P. Na, 第三燐酸ソーダ ($P.Na_3$) をも添加して試験した。本実験に使用した魚肉摺身の組成は次の通りである。

上級品

| | | | |
|---|---|---|---|
| ハ モ | 40% | 澱粉 | 5%（外掛け） |
| シログチ | 20% | 水 | 10%（外掛け） |
| キグチ | 25% | | |
| ニ ベ | 10% | | |
| サ メ | 5% | | |

普通品

| | | | |
|---|---|---|---|
| ハ モ | 35% | 澱粉 | 20%（外掛け） |
| シログチ | 20% | 水 | 40%（外掛け） |
| キグチ | 30% | | |
| ニ ベ | 10% | | |
| サ メ | 5% | | |

**b) 実験結果と考察:** Table 2 に示す通り，高級品，普通品共同じ傾向が見られ，T. P. Na 0.1% + H. P. Na 0.2% 添加の物の足が最高となつており，これら2群において，T. P. Na 0.1% 単独添加のものは次いで足が強く，T. P. Na 0.1% に H. P. Na を 0.2% 以下を添加すれば直ぐに T. P. Na 0.1% 単独のものより足が低下する。従つて T. P. Na と H. P. Na の混合塩は H. P. Na 0.2% 以上となるような割合で添加しなければならない。

pH の変化も両群共 Table 1 の H. P. Na 単独使用の場合と同様の傾向で，H. P. Na の濃度の増加に伴つて pH が低下する。従つて H. P. Na の添加によつて T. P. Na の 0.1% 単独の場合よりも足が低下するのは pH の低下が一つの原因であろう。しかしながら，"だれ" の現象に関しては普通品群の混合塩使用においては丁度それぞれ T. P. Na と H. P. Na 単独使用の場合の "だれ" を加算したような結果となる。上級品群の "だれ" の少ないのは澱粉添加量が少ないため，澱粉はその倍量の水と一緒に添加されるので，普通品群に比べて添加水量が可成り少ないためである。

次に上級品，普通品とも第三燐酸ソーダ ($P.Na_3$) を 0.3% 添加したものは足が強く，"だれ" が全然見られない。$P.Na_3$ 添加のものは両群においても pH が最高であるに拘わらず "だれ" が全然ない。それ故実験1で述べたようにこの場合には "だれ" は pH の上昇のみに依るものでなく，塩個有の性質に大きく左右される。しかし pH が高くなれば肉蛋白の膨潤度[7][8]（親水性）が大となり肉糊の流動性が大となつて "だれ" 易

**Table 2.** Effects of Na-hexametaphosphate used with 0.1% Na-tripolyphosphate and other some phosphates on jelly-strength of "Kamaboko" and upon plastic flow, "Dare" of ground and brayed fish muscles.

| Class | Additives | | Breaking stress $F'$ (g/cm²) | Breaking strain $L$ (cm/cm) | Jelly strength $X$ | pH | Plastic flow "Dare" |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| High class "Kamaboko" | Control | | 710 | 1.28 | 1.05 | 6.85 | − |
| | T. P. Na 0.1% + H. P. Na | 0.02% | 660 | 1.39 | 1.31 | 6.78 | − |
| | | 0.04 | 840 | 1.42 | 1.54 | 6.75 | − |
| | | 0.06 | 730 | 1.34 | 1.35 | — | − |
| | | 0.08 | 790 | 1.29 | 1.03 | 6.80 | ± |
| | | 0.10 | 810 | 1.43 | 1.54 | — | ± |
| | | 0.15 | 840 | 1.33 | 1.36 | 6.77 | ±〜+ |
| | | 0.20 | 890 | 1.54 | 2.12 | 6.55 | + |
| | T. P. Na | 0.10% | 850 | 1.42 | 1.67 | 6.95 | ± |
| | P. P. Na | 0.30 | 1025 | 1.84 | 3.23 | 7.05 | + |
| | P. $Na_3$ | 0.30 | 940 | 1.48 | 1.78 | 7.16 | − |
| Ordinary class "Kamaboko" | Control | | 540 | 1.12 | 0.40 | 6.95 | − |
| | T. P. Na 0.1% + H. P. Na | 0.02% | 660 | 1.23 | 0.89 | 6.91 | + |
| | | 0.04 | 620 | 1.18 | 0.58 | — | + |
| | | 0.06 | 660 | 1.46 | 1.49 | 6.85 | + |
| | | 0.08 | 660 | 1.33 | 1.21 | — | ++ |
| | | 0.10 | 630 | 1.31 | 1.15 | 6.85 | ++ |
| | | 0.15 | 660 | 1.36 | 1.34 | — | ++〜+++ |
| | | 0.20 | 650 | 1.48 | 1.75 | 6.85 | +++ |
| | T. P. Na | 0.10% | 700 | 1.48 | 1.76 | 6.92 | ++ |
| | P. P. Na | 0.30 | 670 | 1.48 | 1.74 | 7.33 | +++ |
| | P. $Na_3$ | 0.30 | 680 | 1.59 | 2.13 | 7.38 | − |

T. P. Na: Sodium tripolyphospate, H. P. Na: Sodium hexametaphosphate,
P. P. Na: Sodium pyrophosphate, P. $Na_3$: Sodium tertiary phosphate.

くなるとも考えられる。"だれ" 易さの順序が P. P. Na > T. P. Na > H. P. Na の順であるのは丁度 pH の高さの順と一致するが，P. $Na_3$ は全然 "だれ" を伴なわない。多重燐酸塩は adenosin triphosphate (A. T. P.) のように actomyosin を actin と myosin に解離[6]するので，蛋白質を低分子化し粘性が低下して流動性が大となつて "だれ" 易くなるものと考えられる。P. $Na_3$ は多重燐酸塩でないため，actomyosin を解離せず，従つて "だれ" が顕著に現われないのであろうと考える。

また Table 1 および Table 2 の上級品，普通品群とも足 $X$ の補強効果に関しては H. P. Na の濃度の増加に比例しないで，$X$ の値に可成りの高低があるが，これは実験誤差ではなく，H. P. Na は高分子塩であつて，その構造も不明であり，恐らく色々の分子量の塩が混在していると考えられるので[11),12)]，この混在する主成分以外の塩が低濃度であつてもイオンの電子価が大きいため，イオン強度が大となつて IV 報[4)]で述べた足を低下せしめるイオン強度に相当する濃度となつて足を低下せしめるのであろうかと考える。

I 報[1)]において P. $Na_3$ は余り効果がないように述べたが，本実験では P. $Na_3$ の足補強効果は T. P. Na, P. P. Na に劣らぬ効果を示している。I 報の実験は夏期に行つたため擂身の pH が高く対照の pH が 6.95 であつたが，本実験は 11 月に行つたため対照の pH は低く 6.85 であつた。それ故本実験では P. $Na_3$ 添加による pH 上昇の効果が I 報におけるよりも大きくプラスされて足補強効果が充分発揮されたものと考えられる。

従つてかまぼこに添加された各種の燐酸塩の足補強効果は，塩に依つてその作用機構が異なるだけではなく，かまぼこ材料の魚種の相違，魚肉の鮮度，澱粉添加量の多寡等その他色々の条件に依つて変化するので塩の種類による足補強効果の強弱を一率に比較論及することは至難である。

### 3. P. $Na_3$ と T. P. Na または H. P. Na の混合塩およびテトラポリ燐酸ソーダ (Tr. P. Na) の足補強効果

実験2で P. $Na_3$ 添加擂身は全然“たれ”ないで足補強効果があることを認めたので，T. P. Na と P. $Na_3$，H. P. Na と P. $Na_3$ の混合塩の足補強効果と“たれ”を試験し，併せて Tr. P. Na の効果および T. P. Na，H. P. Na，P. $Na_3$ の三者の混合塩のかまぼこに対する足補強効果を調べた。T. P. Na は 0.1% 濃度が最適であり，また H. P. Na は，実験2で 0.2% が最適であることを認めたので，T. P. Na，H. P. Na はそれぞれ最適の 0.1%，0.2% と一定に使用し，P. $Na_3$ を色々変化せしめた。

**a) 実験方法**: 実験 1，2 と全く同様の方法によつた。使用した擂身はハモ 35%，シログチ 20%，キグチ 30%，ニベ 10%，サメ 5% よりなる混合魚肉で魚肉組成および澱粉，水の添加割合も実験1と全く同じであるが，実験1と3とは全く別の実験で魚の鮮度，製造時の室温等も異なる。

**Table 3.** Effects of Na-phosphates on jelly-strength of “Kamaboko” and upon plastic flow, “Dare”, of ground and brayed fish muscles.

| Additives | | Breaking stress $F'$ (g/cm²) | Breaking strain $L$ (cm/cm) | Jelly strength $X$ | Plastic flow “Dare” |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | | 410 | 1.02 | 0.01 | − |
| T. P. Na 0.1% + P. $Na_3$ | 0% | 620 | 1.56 | 2.00 | ± |
| | 0.05 | 570 | 1.24 | 0.85 | + |
| | 0.10 | 580 | 1.36 | 1.30 | + |
| | 0.15 | 660 | 1.58 | 2.10 | + |
| | 0.20 | 600 | 1.31 | 1.12 | + |
| H. P. Na 0.2% + P. $Na_3$ | 0% | 570 | 1.28 | 1.01 | + |
| | 0.05 | 660 | 1.18 | 0.71 | + |
| | 0.10 | 640 | 1.25 | 0.95 | + |
| | 0.15 | 620 | 1.30 | 1.12 | ± |
| | 0.20 | 600 | 1.11 | 0.46 | − |
| Tr. P. Na | 0.10% | 770 | 1.19 | 0.84 | + |
| | 0.15 | 690 | 1.14 | 0.60 | + |
| | 0.20 | 760 | 1.16 | 0.81 | + |
| P. $Na_3$ | 0.10% | 610 | 1.22 | 0.84 | − |
| | 0.20 | 540 | 0.90 | −0.30 | − |
| T. P. Na 0.1% + H. P. Na 0.2% + P. $Na_3$ | 0% | 660 | 1.62 | 2.21 | + |
| | 0.10 | 700 | 1.33 | 1.27 | + |
| | 0.20 | 710 | 1.55 | 2.02 | + |

T. P. Na, P. $Na_3$, H. P. Na: The same as in Table 2.
Tr. P. Na: Sodium tetrapolyphosphate.

**b) 実験結果と考察**: Table 3 から明らかなように T. P. Na は 0.1% 単独で足 $X$ が 2.00 とし，T. P. Na 0.1% に更に P. $Na_3$ を添加したものでは P. $Na_3$ 0.15% 添加の場合にのみ T. P. Na 0.1% 単独の場合と同じ値 $X = 2.10$ となるが，それ以外はかえつて足が低下する。H. P. Na の場合も同じで H. P. Na 0.2% と P. $Na_3$ 0.15% 添加のもののみが H. P. Na 0.2% 単独のものに等しい値となつているが，それ以外では P. $Na_3$ を添加すれば H. P. Na 単独の場合より足が低下する。また P. $Na_3$ 単独添加のものは 0.1% で可成り足が強められるが 0.2% 添加では始んど足補強効果がない。(これは恐らく擂身の pH が非常に高いのがその原因ではないかと考えられる。) かまぼこの pH は 6.8～7.1 位であるが，原料 pH の低いものでは P. $Na_3$ の 0.3% が，また高いものでは P. $Na_3$ 0.1% 添加が最も効果があるように思われる。実験2においては P. $Na_3$ は T. P. Na，P. P. Na に劣らず足補強効果があつたが本実験では P. $Na_3$ は T. P. Na に比べて足補強効果が弱い。

P. $Na_3$ 単独添加のものは擂身が“たれ”ない事および H. P. Na 0.2% と P. $Na_3$ 0.15%，0.2% 添加の

ものも H. P. Na 単独のものに較べて“だれ”が少ないことは注目に値する。

次に Tr. P. Na の足補強効果を調べたが，Tr. P. Na の効果は本実験においては中等で T. P. Na より効果は低い。また“だれ”は T. P. Na とほぼ同じ程度であつた。

更に T. P. Na, H. P. Na, $P. Na_3$ の三者の混合塩では実験例が少ないが T. P. Na 0.1%＋H. P. Na 0.2%＋$P. Na_3$ 0.2% の混合塩が“だれ”，足の補強の点において T. P. Na 0.1% 単独塩よりすぐれている。しかし三者の混合塩は摺身に対して 0.5% も添加しなければならないこととなる。

**4. 第二燐酸ソーダ（$P. Na_2$）および $P. Na_2$ と T. P. Na 混合塩の足補強効果**

実験 2, 3 において $P. Na_3$ は足補強効果がありしかも摺身に“だれ”の現象を伴わないことを知つた。また H. P. Na と共用すれば 0.15～0.2% 使用に依つて H. P. Na の“だれ”を防止できることを認めた。しかしながら $P. Na_3$ はアルカリ度が高いのでアルカリ度の低い $P. Na_2$ を使用すれば，もう一層“だれ”ないで足の強い混合塩ができるのではないかと考え，$P. Na_2$ 単独塩と T. P. Na，$P. Na_2$ 混合塩についてその足補強作用と摺身のだれを観察した。その実験法は実験 1～3 と同じ方法によつた。ただし本実験に使用した魚肉摺身の組成は，ヰグチ 30%，ハモ 30%，シログチ 25%，ニベ 15% よりなる混合魚肉に魚肉の20%の小麦粉澱粉と倍量(40%)の水を加え擂潰したものである。

**Table 4.** Effects of salts on jelly-strength of “Kamaboko” and upon plastic flow, “Dare”, of ground and brayed fish muscles.

| Additives | | Breaking stress $F'$ (g/cm²) | Breaking strain $L$ (cm/cm) | Jelly strength $X$ | pH | Plastic flow “Dare” |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Control | | 770 | 1.24 | 1.00 | 7.05 | − |
| Control + Water | 10% | 690 | 1.25 | 0.99 | 7.04 | − |
| $P. Na_2$ | 0.05% | 680 | 1.33 | 1.25 | 7.09 | − |
| | 0.10 | 620 | 1.40 | 1.46 | 7.12 | − |
| | 0.15 | 720 | 1.33 | 1.28 | 7.16 | − |
| | 0.20 | 720 | 1.33 | 1.28 | 7.15 | − |
| | 0.30 | 660 | 1.33 | 1.25 | 7.12 | − |
| | 0.40 | 690 | 1.42 | 1.57 | 7.23 | − |
| T.P.Na 0.1%＋$P.Na_2$ | 0% | 710 | 1.46 | 1.72 | 7.04 | ＋＋ |
| | 0.05 | 640 | 1.47 | 1.70 | 7.08 | ＋＋ |
| | 0.10 | 710 | 1.49 | 1.88 | 7.12 | ＋ |
| | 0.15 | 720 | 1.49 | 1.86 | 7.12 | ± |
| | 0.20 | 730 | 1.54 | 2.01 | 7.10 | ± |
| | 0.30 | 790 | 1.54 | 2.03 | 7.14 | − |
| Potasium iodide | 1.0% | 740 | 1.63 | 2.31 | 7.09 | − |

$P. Na_2$: Sodium secondary phosphate,
T. P. Na: Sodium tripolyphosphate.

**実験結果と考察**: Table 4 から $P. Na_2$ を添加すれば対照と比較してすべて足が補強される。しかしその補強効果は非常に穏やかであつて，0.05～0.3% までは濃度による差はなく 0.4% 添加で急に足が補強される。pH の変化も $P. Na_2$ の濃度の増加に伴なつて非常に緩徐に上昇する。しかし $P. Na_2$ 添加においては全然“だれ”の現象が伴なわない。また 0.1% T. P. Na に $P. Na_2$ を添加した場合も Table 4 から明らかなようにすべて T. P. Na 0.1% 単独使用の場合よりも足が強くなつており，$P. Na_2$ の濃度の増加につれて徐々に足が強くなる。pH は $P. Na_2$ の濃度の増加につれて上昇する。特に注目すべきは“だれ”の現象であつて，$P. Na_2$ は 0.1% T. P. Na 添加による摺身の“だれ”を防止する作用があり，この際“だれ”の防止に依るかまぼこの足低下はない。本実験から T. P. Na 0.1% と $P. Na_2$ 0.3% を摺身に添加すれば足は T. P. Na 単独の場合よりも更に強く補強され，しかも T. P. Na による“だれ”も完全に防止できることが判る。

次に燐酸塩類とは全く別のものであるが C. E. Swift[13] によれば KI は肉類の保水力を著しく強めるといつている。そこで摺身に KI を添加して見た所 Table 4 の最下欄が示すように 1% の KI 添加で本実験中最大の足を示すことが判つた。従つて第 III[3]，IV[4] 報で述べたように肉類の保水性と足との間には非常に密接な正の相関のあることが本実験においても確められた。

また KI 添加に依つて摺身が“だれ”ることは全然ない。

### 5. P. P. Na 4, T. P. Na 6 の混合塩に対する P. Na₂ の“だれ”防止作用

実験4において P. Na₂ は T. P. Na による“だれ”を防止する作用のあることを知つたので，前報[1),4)]で報告したように足補強効果が最も強く，かつ魚肉摺身を最も“だれ”させる P. P. Na : T. P. Na = 6 : 4 の混合塩を摺身に添加してこれに P. Na₂ を添加した場合にその“だれ”がどのように防止されるかを調べることとした。実験方法は実験 1～4 と全く同一の方法で，この実験に使用した魚肉摺身の組成はキグチ 30%，ハモ 30%，コダイ 20%，シログチ 20% よりなる混合魚肉で，これに約 15% の小麦粉澱粉およびその倍量の水を添加して擂潰したものである。

**Table 5.** Effects of salts on jelly-strength of “Kamaboko” and upon plastic flow, “Dare”, of ground and brayed fish muscles.

| Additives | | Breaking stress $F'$ (g/cm²) | Breaking strain $L$ (cm/cm) | Jelly strength $X$ | Plastic flow “Dare” |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | | 670 | 0.96 | −0.01 | − |
| *Tarinsan* 0.3% + P. Na₂ | 0% | 770 | 1.25 | 1.05 | 卌 |
| | 0.1 | 750 | 1.22 | 0.93 | 卌 |
| | 0.2 | 730 | 1.16 | 0.70 | 卌 |
| | 0.3 | 700 | 1.13 | 0.57 | 卌 |
| | 0.4 | 700 | 1.08 | 0.42 | 卌 |
| *Tarinsan* 0.1% + P. Na₂ | 0.1% | 800 | 1.03 | 0.33 | +～卄 |
| | 0.2 | 730 | 1.11 | 0.55 | +～卄 |
| | 0.3 | 720 | 1.12 | 0.55 | +～卄 |
| | 0.4 | 650 | 1.20 | 0.80 | + |
| P. Na₂ | 0.4% | 580 | 1.26 | 0.94 | − |
| Sodium chloride | 5.0% | 800 | 1.23 | 0.99 | + |

*Tarinsan*: Trade name, mixture of 6 parts sodium pyrophosphate and 4 parts sodium tripolyphosphate.
P. Na₂: The same as in Table 4.

**実験結果と考察:** Table 5 から明らかなように混合塩を 0.3% 添加したものは“だれ”が著しく，このものには P. Na₂ を 0.4% 添加しても“だれ”は全然弱められない。混合塩 0.1% の添加のものは 0.3% 添加のものに比し“だれ”は少し弱く，+～卄 程度であり，これに P. Na₂ を 0.4% 添加すれば“だれ”の程度はやや弱められて + 程度となる。従つて P. Na₂ は“だれ”防止作用があるが，その防止作用は微弱であつて，P. P. Na と T. P. Na の 6 : 4 の混合塩のように非常に強力な“だれ”現象を示すものには殆んど効力がない。実験 3 からは P. Na₃ は T. P. Na と共用する時は“だれ”防止作用を示さず H. P. Na と共用すれば H. P. Na の“だれ”を防止する作用を呈する。また実験 4 から P. Na₂ には T. P. Na の“だれ”を防止する作用がある。このことから考えて，“だれ”防止作用のあるのは P. Na₂ であつて P. Na₃ は“だれ”防止作用を持たないが，H. P. Na はむしろ酸性であるため H. P. Na と P. Na₃ を共用すれば P. Na₃ が P. Na₂ となるために“だれ”防止作用が出るのであろうと考える。

## 摘　　要

ピロ，トリポリ燐酸ソーダは足補強効果が強いが，魚肉摺身に添加すると，板付けかまぼこでは“だれる”という欠点を露わすので，“だれ”が少なく足補強効果の強い燐酸塩類を見出そうと色々の燐酸塩およびそれらの混合塩について，足補強効果と魚肉摺身の“だれ”について実験した。

1) ヘキサメタ燐酸ソーダ (H. P. Na) は 0.2% 添加にて，ピロ，トリポリ燐酸ソーダに劣らない足補強効果を持つているが 0.2% 以下では余り効果がなく，“だれ”は P. P. Na，T. P. Na の場合よりは弱い。

2) T. P. Na と H. P. Na の混合塩では T. P. Na 0.1% + H. P. Na 0.2% が最も足補強効果は強いが，T. P. Na 0.1% の効果と大差なく，“だれ”はむしろ T. P. Na 0.1% 添加の場合より大きい。

3) 第三燐酸ソーダの足補強効果は摺身の pH に依つてさまざまでその使用適量も 0.1～0.3% と一定しないが可成り足補強効果があり“だれ”を起さない。

4) 第二燐酸ソーダ (P. Na₂) は単独でも可成りの足補強効果があり，その作用は非常に [illegible]

に比例して足補強効果も大となる。しかもそれ自身全然“だれ”を伴なわないだけでなく“だれ”を防止する作用があり T. P. Na 0.1% に $P.Na_2$ を 0.3% 添加すれば T. P. Na の“だれ”を完全に防止し足補強効果も T. P. Na 0.1% より強くなる。しかし $P.Na_2$ の“だれ”防止作用は弱く，最も強く“だれ”を起す P. P. Na 6 : T. P. Na 4 の混合塩による“だれ”に対しては防止効果が少ない。

## 附　記

原稿の御高覧を給わり gelometer の使用をお許し下さつた京都大学の清水亘教授，絶えず御指導鞭撻を給わつた大阪市立衛生研究所の茶珍俊夫・久保正徳・田中薫樹の各先生方，研究費の援助を給わつた上野製薬株式会社社長上野政治郎氏に厚く感謝申し上げると共に度々のかまぼこ製造に色々迷惑をおかけした大阪市大淀区浪花町三天六市場内藤屋かまぼこ店主岡辻松氏に感謝致します。

## 文　献

1) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄：本誌，**24**，6～7，545～550 (1958).
2) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄：本誌，**24**，10，821～825 (1959).
3) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄：本誌，**24**，10，826～832 (1959).
4) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄：本誌，**24**，12，978～986 (1959).
5) E. T. Friess and M. F. Morales: *Arch. Biochem. & Biophysics*, **56**, 326～333 (1955).
6) 赤堀四郎・永島三一郎編集：蛋白質化学 III，444 (共立社).
7) 岡田　稔・多田節子：本誌，**19**，3，179 (1953).
8) R. E. Morse: *Food Eng.*, **27**, 10, 84 (1955).
9) 岡村一弘・横山理雄：最近の 10 年間における魚肉ねり製品の研究(総説)，生活衛生，**2**，2，51～64 (1958).
10) 志水　寛・清水　亘：本誌，**19**，4，596 (1953).
11) 小林正光・品川睦明：化学の領域，**8**，2，36 (1954).
12) 小林正光・平田　行・品川睦明：化学の領域，**12**，4，48 (1958).
13) C. E. Swift and Rex Ellis: *Food Tech.*, **10**, 11, 546～552 (1956).

# 魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究—VI.*
## 足測定に関する誤差並びに測定条件の検討

岡村一弘 松田敏生・横山理雄
(大阪市立衛生研究所) (上野製薬株式会社研究室)

## Studies on the Action of Phosphates on "Kamaboko" and Fish Sausage Products—VI.
## Sources of Fluctuation and Error in Determination of Jelly Strength of "Kamaboko" and Fish Sausage.

Kazuhiro Okamura, Tosio Matuda and Mitio Yokoyama

The values of jelly strength of "Kamaboko" as gelometrically obtained, aside from their intrinsic dependence on the temperature of measurement, are generally more or less strongly shadowed by accidental errors that arise from the cavities imbedded in the test piece. The data summarized below, therefore, involve only such values of breaking stress, breaking strain and the jelly strength calculated thereof that were found with selected specimens which proved after the test to have had no cavities of visible size. The results of the present experiment may be summed up as follows:

1) By excluding the data given by test pieces with visible cavities, the values of breaking stress and breaking strain of "Kamaboko" jelly under a definite condition are possible to be reproduced within an error smaller than 10%.

2) The variation of jelly strength with the direction along which a test piece is cut out from the body of "Kamaboko" is of little importance, while jelly strength is significantly larger in an exterior part than in the core portion in the case of fish sausage.

3) The jelly strength varies with the temperature of "Kamaboko" or fish sausage, but the tendency of this variation is not definite according to the difference in composition of the products.

4) In the early stage subsequent to the steaming-finish of the products, their jelly strength varies somewhat rapidly and widely, but the change slows down after the first 20 hours.

5) After the lapse of 23 hours from the steaming-finish, jelly strength of non-starch-Kamaboko increases gradually in process of time, while that of starch-Kamaboko decreases, presumably through the $\alpha \rightarrow \beta$ retrogradation of the starch component.

## 緒 言

魚肉ねり製品の足補強剤の研究に当つては，足を客観的に且つ定量的に測定する方法を確立することが最も先決的なこととなる。しかるに足の定義そのものが明確でなく昔から製品のかたさ，伸び，粘ばき等を総合して"かん"に依つて足の強弱をきめているにすぎない。従つて確定した足の表現方法，測定方法がなく足測定方法並びに表現方法は実験者によつて異る。筆者等は種々の足測定方法を吟味し[1]，恵水・清水のgelometer[2]を使用する方法が現段階では最も実際に即していることを知つた。幸にも同氏等のgelometerを長期間借用できたので前報[3),4),5)]における足の測定はこの方法に依つた。本法は破断応力($F$)，破断伸度($L$)を測定して$F$, $L$の値から足($X$)を算出するのであるが，検体を一度破断すれば，同一検体で再び測

1958年10月14日受理
* 昭和33年4月3日，日本農学大会水産部会（東京水産大学）において発表。

定することができず再現性がない。従つて同時に同一条件下で作つた数個のねり製品についてその足を測定して平均値を求めるのであるが，個々の検体の測定値に可成り変動があり，その原因は主として製品中に存在する微細な空胞による不可避的なものであるのでその変動を調べ，製品に空胞があればそれを避けてサンプリングするのでサンプリングの位置（中心部と周辺部）と方向に依つて，足が変化するかどうか，さらに魚肉ねり製品は粘弾性体であつて測定には測定温度を無視できないので，温度による足の変化を調べた。

なお，筆者等は魚肉ねり製品に対する燐酸塩類の研究[3),4),5),6)]において，ある時は著しく足が補強されるのに同じ塩が別の或る時には足補強効果が弱く出ることがあるのでその原因をも考察した。

魚肉ねり製品は製造後刻々と足が変化し蒸煮直後より 20 時間にわたつて変化が特に著しく，変化の様相は澱粉添加の有無並びに燐酸塩類添加の有無に依つて異なり，23 時間後にはほぼ足が一定となる。従つて足の強弱の比較には製造後 23 時間以後の一定時期を定めて足を比較するのが妥当なことを明らかにしたので，ここにその結果を報告する。

貴重な gelometer の使用をお許し下さり論文の校閲をいただいた京都大学教授清水亘博士，絶えず御鞭撻をいただいた大阪市立衛生研究所の栗珍俊夫・久保正徳・田中薫樹の諸先生方並びに研究費の援助をいただいた上野製薬株式会社社長上野政治郎氏に深謝申し上げる。

## 実験法と結果並びに考察

### 実験 1. 魚肉ねり製品の足測定に関する誤差

**1) 実験方法:** 魚肉ねり製品として足の強いかまぼこと足の弱い魚肉ソーセージを用い，かまぼこは澱粉含有量の多いもの（15%）と少ないもの（4%）の2種を，また魚肉ソーセージにおいても燐酸塩で足を補強したものと，しないものの2種を用い，志水・清水[2)]の gelometer を使用して破断応力（$F'$）および破断伸度（$L$）を測定した。足の強さ（$X$）を $X = 0.72F + 3.39L - 3.74$ の式で算定し，この $F'$*, $L$, $X$ の平均値とその標準偏差を求めた。

破断応力および破断伸度の測定には同時に全く同一の条件で製造したかまぼこ8枚，魚肉ソーセージ** を8本用いた。かまぼこ，魚肉ソーセージ共に1個の製品より各2個のサンプルが得られるが外観上空胞のあるものは除外した。

これらの製品は製造後 24 時間以上放置してから測定に使用した。サンプリングにあたつては出来る限り各製品の同一部分から検体をとり，測定温度としては室温を 19～20°C に一定にし，個人誤差をさけるためサンプリングをする者および測定する者を一定人に指定して実験を行つた。

使用ねり製品の材料組成

**かまぼこ材料:** ハモ 35%，キグチ 30%，シログチ 30%，サメ 5% よりなる魚肉に魚肉のそれぞれ 4%，15% にあたる小麦粉澱粉と倍量の水を添加して摺身となしたもの。

**魚肉ソーセージ材料:** 豚残肉 10%，豚脂肪 10%，カジキ 25%，キハダ 25%，サメ 20% よりなる肉混合物に澱粉（外掛け）12%，水 25% を加え，混合均一化したもの。

また添加した燐酸塩はピロ燐酸ソーダ 6，トリポリ燐酸ソーダ 4 の割合の混合塩である。

**2) 実験結果と考察:** 実験結果は Table 1 の通りであつて，魚肉ソーセージの対照を除いては破断応力（$F'$），破断伸度（$L$）ともにその標準偏差は平均値の 9.0% 以下であつて可成り誤差は小さい。この誤差は製品中に存在する微細な空胞に由来するもので不可避的なものと考えられる。足 $X$ は dimention のない単位であつて正，負，零のいずれの値をも取り得るためその標準偏差の平均値に対する比率を算定することは無意味であり，かえつて誤解をまねく故に算定しなかつた。また志水・清水氏の $X = 0.72F + 3.39L - 3.74$ の式[2)]はかまぼこに適応されるべきもので魚肉ソーセージの足の強弱を表わすには疑問な点があり，むしろ魚肉ソーセージの足の強さ $X$ は，$X = F' \times L$ で表わす方が妥当であるとも考えられるが一応かま

---

* $F(\mathrm{kg/cm^2}) = F'(\mathrm{g/cm^2})/1000$

** 1本 150g の円壕型魚肉ソーセージ

**Table 1.** The error in breaking stress, breaking strain, and jelly-strength of "Kamaboko" and Fish sausages.

| Kind | | Number of sample | Average of $F'$ (g/cm²) | $\sigma_{F'}$ | % of $\sigma_{F'}$ | Average of $L$ cm/cm | $\sigma_L$ | % of $\sigma_L$ | Average $X$ | $\sigma_X$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kamaboko | A | 10 | 745.4 | 60.8 | 8.2 | 1.272 | 0.0960 | 7.5 | 1.143 | 0.349 |
| | B | 9 | 740.1 | 59.0 | 8.8 | 1.220 | 0.0721 | 5.9 | 0.927 | 0.214 |
| Fish sausage | A | 8 | 325.5 | 44.7 | 13.7 | 0.318 | 0.0492 | 15.5 | −2.428 | 0.234 |
| | B | 8 | 480.2 | 42.9 | 8.9 | 0.610 | 0.0469 | 7.7 | −1.207 | 0.122 |

$F'$(g/cm²): Breaking stress, $\sigma_{F'}$: Standard deviation of $F'$
$L$(cm/cm): Breaking strain, $\sigma_L$: Standard deviation of $L$
$X = 0.72F^* + 3.39L - 3.74$: Jelly-strength, $\sigma_X$: Standard deviation of $X$

$$F^*(\text{kg/cm}^2) = F'(\text{g/cm}^2) \times \frac{1}{1000}$$

"Kamaboko" A: 15% starch added, B: 4% starch added.
"Fish sausage" A: non-phosphates, B: 0.3% phosphates added.

ぼこと同じ方法によつた。Table 1 に示すように魚肉ソーセージにおいても燐酸塩は非常に足補強効果がある。また燐酸塩類を添加すれば"だれる"ことを II[3], V[5] 報に述べたが，摺身の流動性が大となるため製品に空胞が少なくなり従つて破断応力，破断伸度の測定にあたつて誤差が少なく，Table 1 からも明らかなように燐酸塩添加のものは $\sigma_L$, $\sigma_{F'}$ が対照に較べ遙かに小さい。

また本実験では澱粉の少ないかまぼこの方が澱粉の多いものに較べ足 $X$ が小さくなつているが，実際に食べた時の感じは全く逆で澱粉の少ない方が遙かに足が強く弾力がある。その理由として澱粉の少ないかまぼこは蒸製する時肉から肉漿が分離するため製品に空胞が多く，澱粉の多いものは分離する肉漿を澱粉が吸収するため空胞が少なく，サンプルを引き延ばす時多くはこの空胞の所から切断されるため破断伸度および破断応力はみせかけの値となつて表われるため，かかる矛盾が起こるものと考えられる。従つて歯で噛みしめた時に弾力があつても本法による破断伸度および破断応力は小さく足 $X$ の値も小さく現われる。本法による足の測定は勿論完全な方法ではなく，全く type の異なるかまぼこ，例えば無澱粉かまぼこと 15% も澱粉の含有されているものの足を本法に依つて比較することは不合理である。本法による誤差は $F'$, $L$ の大きいものほど大きくなる傾向がある。これは $F'$, $L$ が大きいものほど小さな空胞も破断時に大きく原因することとなるからであろう。

本法により足を測定する時は検体を充分観察して外観的に空胞のあるものは除外すべきであり，破断せしめた時の破断面をも充分に観察し内部に空胞のあるものも検体から除外すべきである。1枚の小板かまぼこから2個の検体が得られるが上述のように除外されるものもあるので通常足の測定には最低3枚のかまぼこが必要であり，3枚のかまぼこから 3~4 個の検体が得られ，これらの平均値として $F'$, $L$, $X$ を求める。

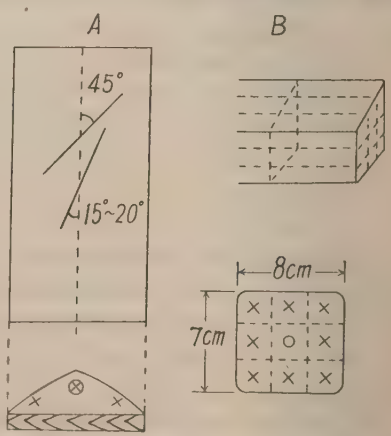



**Fig. 1.** Explanations of sampling angle and sampling position in Table 2.
A: Kamaboko, B: Fish sausage,
×: outer part, ○: center part.

**実験 2. サンプリングの位置および方向による誤差**

**1) 実験方法:** 同一材料で同時に同一条件下で作つたかまぼこ2種類と魚肉ソーセージについて試験した。

かまぼこは実験1と同様に2種類のものにつき，かまぼこ板の矩形の長辺にそれぞれ平行，20° 及び 45° にサンプリング(型抜き)したものについてその足の変化を試験した。位置による足の変化を試験するには大型魚肉ソーセージを使用して Fig. 1A のように検体を周辺部と中心部に分けて試験した。測定条件は実験1と全く同じである。使用し

たかまぼこの材料組成は実験1と同様のものであるが，その製造日が異なるので魚肉の鮮度は異なる（150gの市販品）。魚肉ソーセージの材料は実験1の対照と全く同一のもので同時に製作したが断面積 7cm × 8cm の矩形の1本 2kg の大型魚肉ソーセージである。

**2) 実験結果と考察:** Table 2 から判るように澱粉 15% 添加かまぼこではサンプリングの際の長軸の方向による足の相違は見られない。また澱粉 4% 添加のものにあつては一連の傾向として長軸に平行なものほど足が大きくなつているが差は小さく誤差範囲に入る。従つてかまぼこでは，サンプリングの方向に依つて足に大きな変化はないと考えられる。

**Table 2.** Variations in jelly-strength of "Kamoboko" and Fish sausages with sampling angle or position.

| Kind | Number of sample | Angle or position of sampling | Breaking stress $F'$ (g/cm²) | Breaking strain $L$ (cm/cm) | Jelly strength $X$ |
|---|---|---|---|---|---|
| "Kamaboko" A | 3 | 0° | 568 | 1.17 | 0.64 |
| | 4 | 45° | 720 | 1.14 | 0.65 |
| "Kamaboko" B | 4 | 0° | 746 | 1.25 | 1.05 |
| | 4 | 15～20° | 774 | 1.23 | 0.97 |
| | 4 | 45° | 734 | 1.21 | 0.88 |
| Fish sausage | 6 | center part | 323 | 0.34 | −2.38 |
| | 23 | outer part | 631 | 0.47 | −1.72 |

Explanations of "Kamaboko" A, B are the same as in Table 1.
Explanations of angle and position are shown in Fig. 1.

次に魚肉ソーセージの中心部と周辺部における足の強弱は Table 2 から明らかなように中心部は足が弱く周辺部は足が強い。これはかまぼこの足形成の経験から明らかなことで摺身を急激に加熱することに依つて足が形成されるのであつて[7] 除々に加熱したり，また二段加熱を行えば足は低下する。魚肉摺身は決して熱の良導体ではなく，従つて周辺部は早く温度が上昇するが中心部は熱の伝導が遅いため足の形成が弱いと考えられる。この結果からかまぼこにあつても中心部は熱の伝導が遅く従つて Fig. 1A に示すように，×と⊗の部分では足の強弱に可成りの相違があるものと考えられるので足測定のサンプリングにあたつては特にこの点に注意せねばならない。

**実験 3. 温度の差による足の変化**

**1) 実験方法:** 実験1に使用したかまぼこ，魚肉ソーセージとほぼ同じ組成の原料よりなる製品を使用して実験を行つた。足の測定にあたつて検体は測定4時間前にそれぞれ 31°, 15°, 1°C の恒温器に入れ一定の温度となつてからすばやく取り出し測定した。測定温度は 14～16°C で測定には 5～7 min. を要した。

**2) 実験結果と考察:** 実験結果は Table 3 の通りであつて澱粉 4% 添加かまぼこでは 15°C において足が最低となり，15% 澱粉添加かまぼこでは 15°C で足が最高となつている。温度が高ければ軟かくなり伸長度が増大し，破断応力が減少するように考えられるが，実際は可成り複雑で添加された澱粉も微妙に影響するので，その理由は判らないが澱粉量に依つて温度による足の変化が Table 3 のように 4% 澱粉添加のものは 15°C で最低となり 15% 澱粉添加のものは最高となつているのは興味深い。

Table 3 の魚肉ソーセージの対照では温度による $L$, $F'$, $X$ の変化は少ないが温度の低下につれて $F'$, $L$, $X$ が大きくなつており燐酸塩添加のものは全く逆で，温度変化による足の変化は大きく $F'$, $L$, $X$, が 31°Cにおいて最高で 1°C において最低となり全く逆の傾向が見られる。この理由も不明であるが，燐酸塩添加のものと対照とが全く逆の傾向を示すことは注目すべきである。測定温度に依つて足 $X$ が変化することは当然と考えられるが温度変化による足の変化の研究は少なく富士川謬・三宅正人[8] の簡単な記載があるのみで，これによるとかまぼこの種類の記載はなく 10°C と 30°C において2種のかまぼこを比較して軟かさと，ジェリー強度が温度の上昇に依つて増加し，温度差による値の変化が予想外に大きいと述べている。

**Table 3.** Variation of breaking stress, breaking strain, and jelly-strength of "Kamaboko" and Fish sausages with temperature.

| Kind | Number of sample | Temperature | Breaking stress $F'$ (g/cm²) | Breaking strain $L$ (cm/cm) | Jelly strength $X$ |
|---|---|---|---|---|---|
| "Kamaboko" A | 4 | 31°C | 674 | 1.22 | 0.89 |
| | | 15°C | 751 | 1.29 | 1.17 |
| | | 1°C | 705 | 1.17 | 0.74 |
| "Kamaboko" B | 4 | 31°C | 701 | 1.44 | 1.66 |
| | | 15°C | 746 | 1.25 | 1·05 |
| | | 1°C | 817 | 1.47 | 1.83 |
| Fish sausage A | 6 | 31°C | 345 | 0.33 | −2.35 |
| | | 15°C | 362 | 0.34 | −2.33 |
| | | 1°C | 379 | 0.35 | −2.28 |
| Fish sausage B | 6 | 31°C | 514 | 0.65 | −1.17 |
| | | 15°C | 473 | 0.62 | −1.28 |
| | | 1°C | 380 | 0.53 | −1.70 |

Explanations of "Kamaboko" and Fish sausages are the same as in Table 1.

しかし著者等の実験結果から見れば，温度変化による足の変化は製品の種類に依つてさまざまであり，変化の大きいものも小さいものもあり，また温度の高低と足の強弱の関係も種類に依つて正逆さまざまである。

**実験 4. 蒸煮後の時間経過と足の変化**

蒸製後かまぼこを室温に放置すれば温度の低下と共に収縮をし，蒸煮直後のものは軟かであるが次第に或る一定の硬さにまで硬化する。その後澱粉添加かまぼこにあつては徐々に澱粉の老化 ($\beta$ 化) が起り足も次第に変化する。実際には蒸煮後の足の変化は蒸煮直後から後数時間にわたつて最も激しい。ねり製品の足の強弱を比較するにあたつて，これらの変化を一応把握しておくことが必要である。かかる見地から蒸煮後の足の変化を追求した。

**1) 実験方法:** 無澱粉かまぼこ，20% 澱粉かまぼこ，0.1% トリポリ燐酸ソーダ添加 20% 澱粉かまぼこの3種類を作り，蒸煮後1時間目から経時的にこれらのかまぼこの破断応力，破断伸度を測定し足 $X$ を算出した。その測定法は実験1の方法に依つた。かまぼこは 13°～20°C の室温に放置し足測定には最小限度3枚のかまぼこを使用した。

かまぼこの材料組成はハモ 30%，キグチ 30%，ニベ 30%，サメ 5%，シログチ 5% からなる混合魚肉で澱粉添加のものはこの魚肉に外掛け 20% の小麦粉澱粉とその倍量の水を加えたものである。添加燐酸塩はトリポリ燐酸ソーダである。

**2) 実験結果と考察:** その結果は Fig. 2～4 の通りである。

**i) 破断応力:** 澱粉無添加 (C) のものと澱粉 20%，燐酸塩 0.1% 添

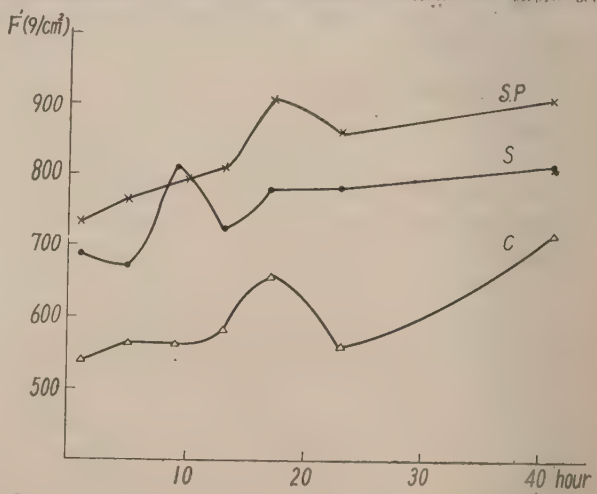



**Fig. 2.** Changes in breaking stress ($F'$) of "Kamaboko" with the time elapsing after steaming.
C: non-starch Kamaboko, S: 20% starch Kamaboko, S.P: phosphate treated 20% starch Kamaboko.

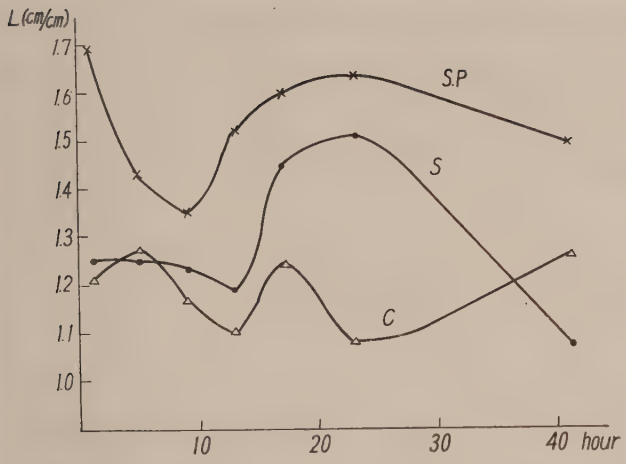



**Fig. 3.** Changes in breaking strain ($L$) of "Kamaboko" with the time elapsing after steaming.
C, S, and S.P: are same as in Fig. 2.

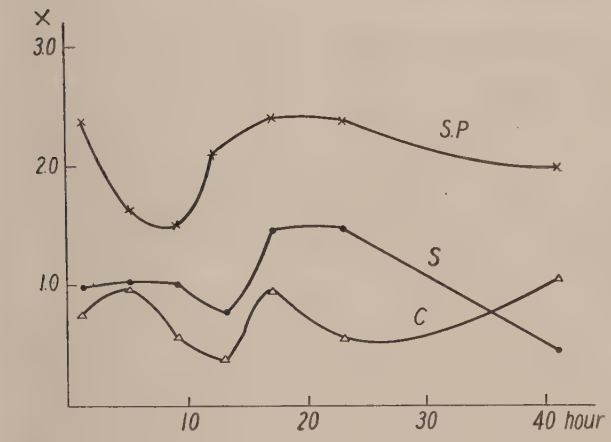



**Fig. 4.** Changes in jelly-strength of "Kamaboko" with the time elasping after steaming.
C, S, and S.P are same as in Fig. 2~3.

加 (S.P) のものは大体非常によく似た変化を示し 20% 澱粉 (S) のものも傾向については大体よく似ている。C, S.P では蒸煮後 17 時間目で $F'$ が最高となり S では 9 時間目で $F'$が最高となる。$F'$ は一旦最高に達してから 3~5 時間にわたつて低下し，次いで非常に徐々に増大する。この原因は明らかでないが，C, S, S.P の3種共，同様の傾向として表われる故に実験誤差ではなく何らかの他の理由によると考えられる。

**ii) 破断伸度および足:** Fig. 3, Fig. 4 から明らかなように $L$ と $X$ の変化の傾向は全くよく似ているので同時に述べることとする。S と S.P とは非常によく似た傾向を示すがCは全く異なつた変化を与える。しかし三者共蒸煮後低下して 9~13 時間目で曲線に谷が見られ，その後急速に回復し S, S.P においては 16~24 時間目で最高に達する。C では 17 時間目に極大に達し再び低下して 23 時間目で最低となり以後徐々に増大する。澱粉添加のものは 16~23 時間目で最高に達し以後低下するが，この低下は澱粉の老化によると考えられ（澱粉無添加のCでは S, S.P と逆に 23 時間後から $L$, $X$ 共に増大していることがこれを裏づけしている。) S.P の低下は非常に徐々であつてSの低下は急激である。S.P は燐酸塩添加に依つて魚肉の保水力が高められているのでSに比較して添加澱粉の吸水および糊化程度が低く，それが足の低下のおそい一因となつているのではないかと考えられる。(追つて発表の予定)

松本・新井[9]も無澱粉かまぼこの蒸煮後の足の変化の研究において凹みの強度は蒸煮 20 時間以内に著しく増し，破れの強度は可成り減少するが 20 時間以後は両者共その変化は僅かであり，かまぼこの足の測定には蒸煮の翌日の一定時期を定めて測定することが賢明であると述べている。

筆者等の実験は 23 時間以後の変化についての実験例は少ないが，蒸煮後 20 時間までの足の変化は著しいが 24 時間以後の変化は少ないようであるので松本・新井等の実験をも参考とし，足の測定比較には蒸煮後 24 時間以上経過した一定時期を定めて行うのがよいように考える。

## 要　　約

破断応力，破断伸度を測定して魚肉ねり製品の足を測定する方法は，測定条件を一定にしても可成りの誤差を伴ない，その原因は製品中に存在する微細な空胞によるもので殆んど不可避的なものである。かまぼこ，魚肉ソーセージ各2種につき破断応力，破断伸度，足の測定値のばらつきを求めた。またサンプリングの位置と方向および検体の温度による測定値の変化をしらべ，更に蒸煮後の時間経過による足の変化をも追求した。

i) 外観上および破断面に空胞のあるものを除外することによつて破断応力，破断伸度とも 10% 以下の誤差で測定することができる。

ii) サンプリングの方向による変化は少なく，位置による変化は可成り大きく，周辺部の方が中心部より足が強い。

iii) 温度による足の変化は可成り大きく，材料および添加物の種類によつて変化の傾向はまちまちて一定しない。

iv) 蒸煮後の足の変化は蒸煮後から後 20 時間にわたつて激しいが 23 時間でほぼ一定となり以後の変化は緩徐である。無澱粉かまぼこは 23 時間後足が増大し澱粉添加かまぼこは足が低下する。しかしてその低下は澱粉の老化によると考えられる。

## 文　　献

1) 岡村一弘・横山理雄: 最近の 10 年間における魚肉ねり製品の研究（総説），生活衛生，**2**, 2, 51～64 (1958).
2) 志水　寛・清水　亘: 本誌，**19**, 4, 596 (1953).
3) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌，**24**, 10, 821 (1959).
4) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌，**24**, 12, (1959).
5) 岡村一弘・松田敏生・横山理雄: 本誌，**24**, 12, (1959).
6) 石井隆一郎・岡村一弘: 1958 年5月，栄養食糧学会にて発表（於・仙台市）
7) 清水　亘: 蒲鉾，生活社，東京 (1949).
8) 富士川瀏・三宅正人: 本誌，**19**, 11, 1077 (1954),
9) 松本重一郎・新井とみ子: 本誌，**17**, 12, 377 (1952).

# 食品微生物に対するガンマ線の作用—I.

## ガンマ線照射を受けた細菌の増殖 (その 1)

門田 元・三好英夫・柴田 弘
(京都大学食糧科学研究所)

# Effects of Some Postirradiation Treatments on the Survival of Bacteria Irradiated with $^{60}$Co Gamma Rays—I.

Hajime KADOTA, Hideo MIYOSHI and Hiromu SHIBATA

In the dose range for commercial sterilization or radiopasteurization, gamma radiation generally produces certain limited changes in living cells of microorganisms. By these treatments, most of the microorganisms are inactivated and usually fail to grow any more. Some of the cells of microorganisms treated with ionizing radiations at such low or medium dose levels, however, are known to recover to a certain extent if exposed to some suitable conditions after irradiation, e. g. STAPLETON et al[1-3] demonstrated that incubation of *Escherichia coli* B/r at suboptimal temperatures after irradiation produced a greater survival than incubation at the optimum temperature.

Since the first commercial applications of irradiation of foodstuff seem to be in the low or medium dosage field, the practical importance of these postirradiation effects will need no emphasis. Most of the investigations in the literature dealing with the recovery of radiation damage of microorganisms by postirradiation treatments, however, have been made with *Escherichia coli*, which seems to be atypical from the viewpoint of food microbiology, and little is still known about these problems with common food microorganisms.

The present work is concerned mainly with the effects of some postirradiation treatments on the growth of several food microorganisms and *Escherichia coli* irradiated with $^{60}$Co gamma rays. The results obtained were as shown in figures 1～9, and may be summarized as follows:

1) With respect to the effect of postirradiation incubation temperature on the observed survival, there was relatively wide difference between *Escherichia coli* and *Proteus morganii* or spores of *Bacillus mesentericus*. The strain of *Escherichia coli* employed in this experiment showed marked increase in the observed survival at suboptimal postirradiation incubation temperatures. *Proteus morganii* also showed a slight increase in the survival at suboptimal postirradiation temperatures, but its increasing tendency was not so marked as was the case with *Escherichia coli*. With the strain of *Bacillus mesentericus*, on the other hand, such an increase in the survival was never found at any suboptimal temperature; this organism rather showed the highest survival at its optimum temperature.

2) In all cases the surviving fractions differed to some extent with pH values of the postirradiation culture media. In the cases of *Escherichia coli* and *Proteus morganii* the surviving fraction more or less decreased with increasing pH value of the media within certain limited range. The pH optima for the survival of irradiated cells of these bacteria, therefore, were somewhat lower than the optimum pH for the growth of unirradiated cells of these organisms. On the contrary, *Bacillus mesentericus* showed the highest survival at pH 7 which is the optimum pH for its growth.

It may be concluded that the effects of postirradiation treatments on the survival of bacteria entirely differ with species. It appears that these effects generally decrease with the increase of the variety of the nutritional substance required for bacteria.

1958 年 11 月 5 日受理

食品を殺菌貯蔵する手段として電離放射線を用いることには，今後研究されなければならない数多くの問題が残っている。ことがらを微生物学の範囲内に限定しても，食品腐敗微生物に対する電離放射線の作用については，まだ解明されていない点が非常に多い。

電離放射線の照射を受けた後の微生物の増殖と，照射後の環境条件との関係もその一つであるが，これは，食品処理への電離放射線の導入が，少なくとも最初は完全滅菌線量よりいく分低い線量（すなわち commercial sterilization または radiopasteurization に要する線量）において一般化されるであろうということから考えて，照射後の食品の処理をいかにすべきかという問題と関連し，応用的にも重要な意味をもつものと考えられる。

ところが，従来電離放射線照射後の微生物の増殖と，環境条件との関係について行なわれた研究のほとんどすべてが，食品の腐敗悪変現象とはあまり関係のない特殊な細菌である *Escherichia coli* のみをその対象としたものであり，食品の腐敗悪変に関与する一般の微生物については，この問題に関する研究が全く行なわれていない。著者らは，一般に食品の腐敗悪変にも関与すると考えられている *Proteus morganii* 及び *Bacillus mesentericus* の胞子について，照射を受けた後のその増殖能力，或いはいわゆる生残率と，照射後の環境諸条件，特に処理温度または培養温度及び培養基の pH 価との関係を，前記 *Escherichia coli* の場合と比較しながら検討して若干の知見を得たので以下にその結果を報告する。

## 実　　験

**供試菌及び培地**　供試菌としては *Escherichia coli* (IID), *Protus morganii* (NCTC # 235) 及び *Bacillus mesentericus* (AHU) の，普通寒天斜面培地で累代培養を繰り返したものを用いた。この普通寒天は 1L に対して peptone, 5g; beef extract, 5g; NaCl, 1g; 寒天, 15g をふくむ pH 7.2 のもので，以下の実験にも，別にことわらない限り，この組成の培地を用いた。なお，液体培養の場合には，これから寒天を除いたブイヨンを用いた。

**照射試料の調製**　*Escherichia coli* 及び *Proteus morganii* の場合には，ブイヨンに 37°C で 24 時間培養したものを無菌的に遠心集菌し，滅菌した pH 7.0 の燐酸緩衝液 (N/15) で 3 回洗滌を繰り返した後，菌体を同じ緩衝液に再懸濁させ，混在する菌体凝塊を滅菌沪紙 (Toyo # 2) で沪過して除き，次に溶存酸素の濃度を一定にするため，氷冷しながら 20 分間はげしく無菌空気を通気した後，内径 10mm，管壁の厚さ 0.8mm の滅菌ガラス管に満たし，密栓して照射した。

*Bacillus mesentericus* の胞子の場合には，普通寒天に 37°C で 72 時間斜面培養を行なつて形成されたその集落をかきとり，これをガラス玉を入れて滅菌した燐酸緩衝液 (pH 7.0) に浮遊させ，5 分間激しく振盪し，3 回洗滌した後，同緩衝液に再懸濁させ，80°C で 10 分間加熱して栄養細胞を死滅させた後，上記 *Escherichia coli* 及び *Proteus morganii* の場合と同様の操作を施した。

**カンマ線照射**　円筒状に排列された 39 本のペンシル型 $^{60}Co$（約 2,100c）をそなえた照射装置（京都大学化学研究所保有）を用いて，上記菌体懸濁液に所定線量の照射を与えた後，ただちにこれを常法により適当な濃度にまで滅菌水で稀釈し，平板培養を行なつて残存生菌数を計数した。

別に，同じ菌体懸濁液の，ガンマ線照射を与えないものについて生菌数を計数し，これと，上記照射試料についての計数値との両者から surviving fraction を算出した。

### I. ガンマ線に対する *Escherichia coli*, *Proteus morganii*, 及び *Bacillus mesentericus* の胞子の感受性

以後の実験に用いるべき照射線量をきめるため，各供試細菌のガンマ線に対する感受性を，常法に従つて検討した。なおこの場合の計数培養は，すべてこれらの細菌の（照射を受けない場合の）増殖至適温度である 37°C で行なつた。

その結果は図 1～3 の通りであり，いずれの細菌においても照射線量が増加するに従つてその surviving

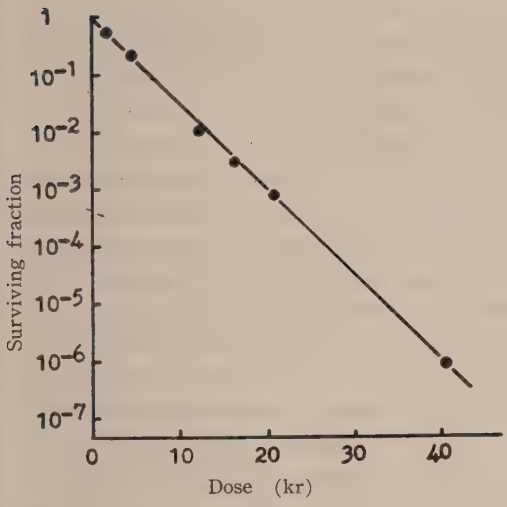



**Fig. 1.** Survival of *Escherichia coli* at various gamma ray doses. (Incubation temperature: 37°C)

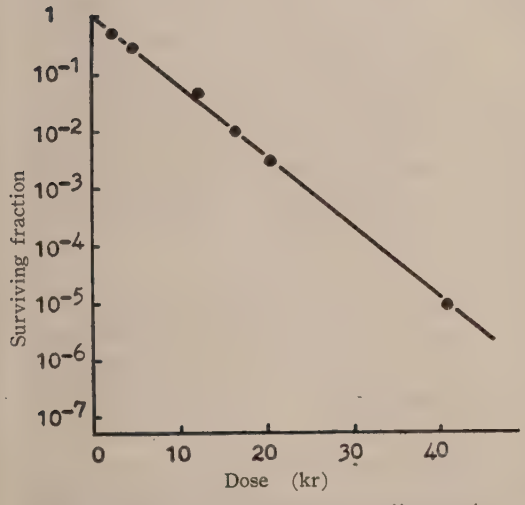



**Fig. 2.** Survival of *Proteus morganii* at various gamma ray doses. (Incubation temperature: 37°C)

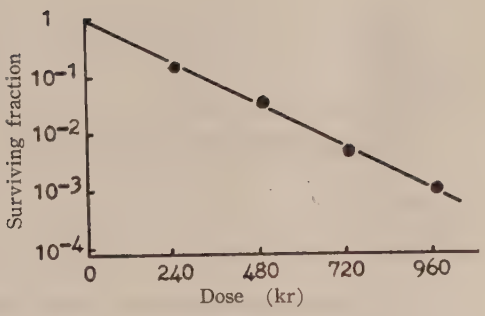



**Fig. 3.** Survival of spores of *Bacillus mesentericus* at various gamma ray doses. (Incubation temperature: 37°C)

fraction は対数的に減少した。供試菌のうちでは *Escherichia coli* がガンマ線に対して最も弱い抵抗性を示し，その surviving fraction は 40 kr の照射で 1/1,000,000 になつたが，*Proteus morganii* は，これより幾分強く，40 kr で 1/100,000 程度になつた。*Bacillus mesentericus* の胞子は上記2種の無胞子細菌にくらべて格段に強く，960 kr で 1/1,000 程度に減少するにすぎなかつた。

以上の結果から，本研究の主目的である照射を受けた後の微生物の増殖と，照射後の環境条件との関係をしらべるには，供試微生物が相当程度死滅し，なおかつ一部分は生残する程度の線量，すなわち *Escherichia coli* 及び *Proteus morganii* については 30 kr，*Bacillus mesentericus* の胞子については 720 kr 程度の照射を与えるのが適当であることがわかる。

## II. 照射を受けた後の細菌の増殖と照射後の処理温度との関係

被照射細菌の増殖と，照射後の環境条件との関係についての実験の1つとして，その surviving fraction に及ぼす処理温度の影響をしらべた。

*Escherichia coli* 及び *Proteus morganii* の場合は，所定線量の照射を与えた細胞浮游液について，常法に従つて普通寒天を用いて稀釈計数平板を作り，これをただちに 5°C, 10°C, 20°C 及び 30°C にそれぞれ，3, 5, 7 及び 11 時間放置してから 37°C に移して培養し，生ずるコロニー数をかぞえて surviving fraction を算出し，それが，照射後ただちに 37°C で培養した場合のそれと比較して，照射後の処理温度 (holding temperature) 及び処理時間 (holding time) によつてどのように変化するかをしらべた。その結果は図4及び図5に示す通りである。

すなわち，*Escherichia coli* では，その正常細胞の増殖至適温度が 37°C であるにもかかわらず，被照射

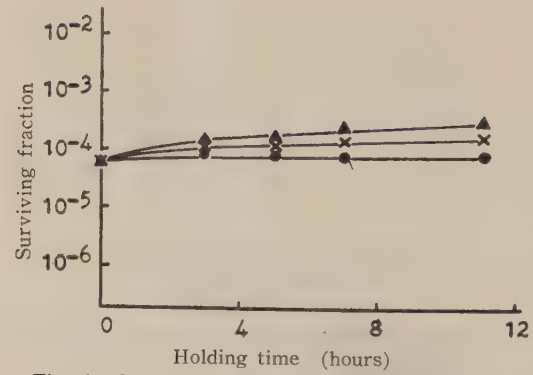



**Fig. 4.** Survival of *Escherichia coli* as a function of length of postirradiation incubation at several temperatures. (30 kr)
● = 5°C; ▲ = 20°C; × = 30°C.

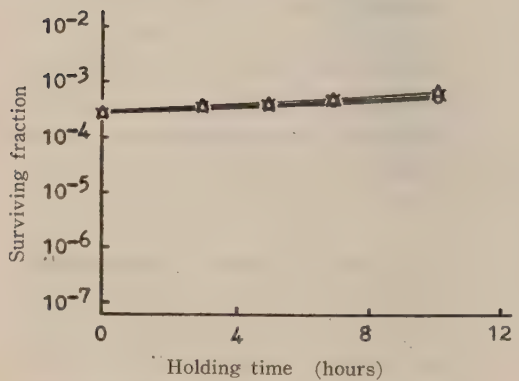



**Fig. 5.** Survival of *Proteus morganii* as a function of length of postirradiation incubation at several temperatures. (30 kr)
○ = 5°C and 10°C; △ = 25°C; × = 30°C.

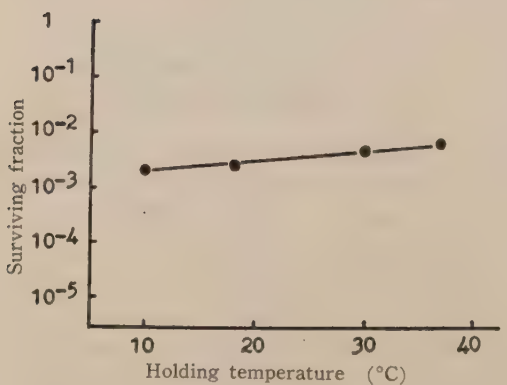



**Fig. 6.** Survival of gamma-irradiated spores of *Bacillus mesentericus* as a function of post-irradiation holding temperature. (720 kr)

細胞では照射後一定期間 20°C に放置されたのち，37°C にうつして培養されたものの方が，処理時間の長短にかかわりなく，照射後ただちに 37°C で培養されたものより常に高い surviving fraction を示した。処理温度 30°C のものも，やや程度は弱いが，ほぼこれと同様の傾向を示した。5°C の場合には，照射後ただちに 37°C で培養されたものと同程度の surviving fraction が得られた。また，処理温度 20°C あるいは 30°C の場合には，処理時間が長くなるにしたがつてこの傾向はますます顕著に現われた。

このように，この細菌は，照射後ただちに適温（正常細胞の増殖適温）で培養されるよりも，むしろ一定期間やや低い温度におかれた後に適温に移された場合の方がより高い surviving fraction を示すが，これはガンマ線照射によつてその菌体細胞の受けた傷害*が増殖の適温よりはいく分低い 20°C または 30°C，すなわちいわゆる suboptimal temperature に置かれた場合に，増殖適温に置かれた場合よりも能率よく回復することを意味するものと考えられる。

STAPLETON ら (1953)[1], (1955)[2] 及び HOLLAENDER ら (1956)[3] も *Escherichia coli* の B/r, Texas, Crook などの菌株について，ほぼ同様な実験結果を得，その原因についてはさきに述べたのと同様の推論を下している。

図5に示した *Proteus morganii* についての結果は，傾向としては，さきの *Escherichia coli* の場合に類似していたが，処理温度の影響の現われ方の程度は，後者の場合にくらべて，ひじように弱く，相当長時間 (8～12 時間以上) suboptimal temperature で処理されたものにおいてのみ，きわめてわずかにその surviving fraction が対照区のそれより高くなることが観察されたにすぎない。

つぎに，*Bacillus mesentericus* の胞子の場合は，その浮游液に所定線量のガンマ線を照射したのち，普通寒天で稀釈計数平板をつくり，

* この場合，細胞に生ずる変化を傷害とよぶことが妥当であるか否かについては，現在検討中であるが，ここでは一応傷害という言葉を使つておく。

これを 10°C, 18°C 及び 30°C に 24 時間放置した後，37°C に移して培養し，生成するコロニーを計数して surviving fraction を求め，これを照射後ただちに 37°C で培養した場合（対照区）のそれと比較した。その結果は図6に示す通りであり，この場合は，照射後あらかじめ suboptimal temperature で処理されたものより，最初から，この細菌の増殖適温である 37°C で培養されたものの方がより高い surviving fraction を示した。

また照射後の処理温度が低い程 surviving fraction は低くなる傾向が現われた。

以上3種の細菌についての結果から，ガンマ線照射を受けた後の微生物の増殖能力と，照射後の処理温度との関係は，微生物の種類，或いはそれが栄養細胞であるか胞子であるかによつて，かならずしも一様ではないが，種類によつては，照射後一定期間，その増殖適温以外のいわゆる suboptimal temperature に放置された場合の方が，照射後ただちに適温で培養された場合よりも，照射によつてその細胞の増殖機構に受けた傷害が回復されやすいことがわかる。

### III. 照射を受けた細菌の増殖能力に及ぼす培地の pH 価の影響

照射を受けた後の細菌の増殖が，照射後の計数培養に用いる培地の pH によつてどのような影響を受けるかを次に検討した。

培地としては，普通寒天に $H_2SO_4$ または KOH 及び燐酸緩衝液を加えてその pH を 5.3, 6.3, 6.9, 7.3 及び 8.0 に調整したものを用いた。なお，各培地中の燐酸緩衝液の最終濃度はそれぞれ M/50 になるように調節した。

その結果は図 7, 8 及び 9 に示す通りである。

図7に示した *Escherichia coli* についての結果は，照射後ただちに 37°C で培養したものと，照射後 24 時間，20°C で処理した後 37°C に移して培養したものとについて得られたものであるが，この場合は 20°C における処理の有無にかかわらず，この実験の範囲内では，常に培地の pH が低い程高い surviving fraction が得られた。また suboptimal temperature (20°C) で処理されたものは，実験 II の場合と同様，ただちに適温で培養されたものより常に高い surviving fraction を示した。

図8は *Proteus morganii* について行なつた同様の実験の結果であるが，この場合も *Escherichia coli* の場合と同様，一定範囲内では，計数培地の pH が低い程，高い surviving fraction が得られた。

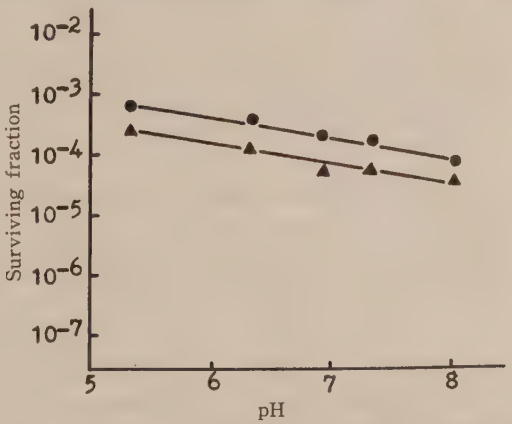



**Fig. 7.** Effect of pH of postirradiation plating medium on the survival of *Escherichia coli* after exposure to gamma ray. (30 kr)
● = held at 20°C for 24 hours before incubation at 37°C; ▲ = immediately incubated at 37°C.

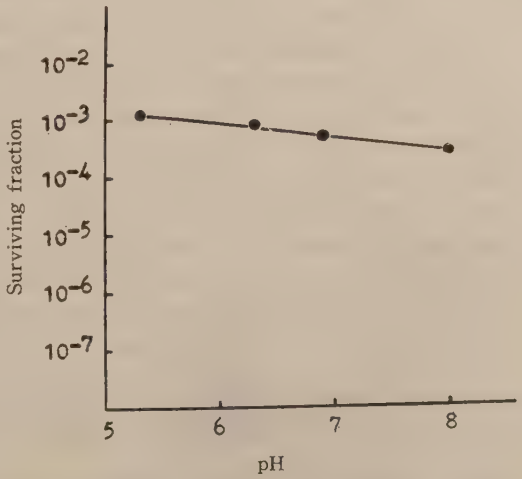



**Fig. 8.** Effect of pH of postirradiation plating medium on the survival of *Proteus morganii* after exposure to gamma ray. (30 kr)

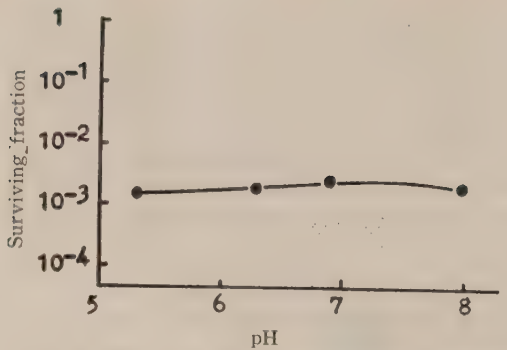



Fig. 9. Effect of pH of postirradiation plating medium on the survival of spores of *Bacillus mesentericus* after exposure to gamma ray. (720 kr)

これらの両種の無胞子細菌についての結果は，WEATHERWAX (1956)[4]，及び ALPER 及び GILLIES (1958)[5] が紫外線照射を受けた *Escherichia coli* strain B について得た結果と酷似しており，ガンマ線照射を受けた場合にも，ある種の細菌では，その正常細胞（照射を受けない細胞）の増殖至適 pH とはいく分異なつた pH においてむしろ容易に増殖が行なわる（もしくは，それが照射によつて受けた傷害がより能率よく回復する）ことを意味するものと考えられる。

一方，*Bacillus mesentericus* の胞子についての結果は *Escherichia coli* や *Proteus morganii* の場合とは多少異なり，図9に示したように，その surviving fraction が計数培地の pH によつてはとんど影響を受けないことをあらわしている。ただ，あまり明瞭ではないが，この場合は前二者の場合とはむしろ反対に，この細菌の増殖至適 pH である中性附近においてわずかに surviving fraction が高くなる傾向があらわれた。

## 考　　察

上記の実験に用いた3種類の細菌では，照射を受けた後のその増殖に及ぼす照射後の処理温度及び計数培地の pH 価の影響の現われ方にそれぞれ特異性がみられた。すなわち，*Proteus morganii* では，*Escherichia coli* の場合と同様，その正常細胞の増殖適温，またはその増殖至適 pH よりはいく分低い温度または多少低い pH において処理，培養された場合に，それぞれ，増殖適温または増殖至適 pH において培養された場合よりも若干高い surviving fraction が得られたが，その程度は *Escherichia coli* の場合にくらべれば極めて低く，また *Bacillus mesentericus* の胞子の場合には *Escherichia coli* 及び *Proteus morganii* の場合とは逆に*，照射後のそ の surviving fraction も正常細胞の増殖適温及び増殖至適 pH と同じ温度または同じ pH においてわずかに他の場合よりも高くなることが認められた。

この現象に及ぼす照射線量の影響については現在実験を継続中であるが，二三の予備的実験の結果によれば，上に記した傾向は照射線量の大小によつてあまり変化を受けないようである**。

これらの結果は，ガンマ線による食品の殺菌，貯蔵に際して，照射後の食品の処理条件を，そこに存在する微生物の生残率との関係において検討する場合に，*Escherichia coli* について知られている照射後の条件と surviving fraction との関係をそのまま応用することが適当でないことを意味するものと考えられる。

また，ここに得られた結果に，現在著者らが継続中の，数種の細菌についての照射後の培地の組成と surviving fraction との関係についての実験結果（未発表）の一部を補足して考察すれば，*Escherichia coli* において典型的に認められるような，照射後の surviving fraction が，その正常細胞の増殖至適条件においてよりも，むしろそれとはやや異なつた条件でより高くなるという現象（STAPLETON らはこれを "recovery" と呼んでいる）は，一般的には，栄養要求（例えば，アミノ酸，ビタミン，有機塩基等に対する要求）の簡単

* *Bacillus mesentericus* の胞子と，他の2種の無胞子細菌との間にみられる著しい差異が，細菌の種類の差にもとずくものであるか，或いは栄養細胞と胞子との差に由来するものであるかについては，現在，詳細に検討中である。

** HOLLAENDER 及び STAPLETON (1956)[3] はエックス線照射を受けた *Escherichia coli* B/r について，この点を検討し，この現象が線量の大小によつて影響を受けない (dose-independent) ことを明らかにしている。

な細菌における程顕著に現われるといい得るのではないかと予想される。このことは，いわゆる“recovery”という現象と細菌の保有する生合成機構との間に存在する関係の一部を暗示するものではないかと考えられ放射線生物学的に興味深い。

## 要　　約

完全滅菌線量以下の線量で，ガンマ線照射を受けた *Escherichia coli*, *Proteus morganii*, 及び *Bacillus mesentericus* の胞子の，いわゆる生残率に及ぼす照射後の処理温度及び計数培地の pH 価の影響を検討した結果，照射を受けた後の細菌の増殖能力に対するこれらの環境条件の影響のあらわれ方は，細菌の種類，またはそれが栄養細胞であるか，胞子であるかによつて大いに異なることを明らかにした。

終りに，ガンマ線照射及び線量測定に御援助をいただいた京都大学化学研究所清水栄教授及び中山康之氏に感謝する。

## 文　　献

1) G. E. Stapleton, D. Billen and A. Hollaender: *J. Cellular Comp. Physiol.*, **41**, 345～358 (1953).
2) G. E. Stapleton: *Bact. Revs.*, **19**, 22～44 (1955).
3) A. Hollaender and G. E. Stapleton: “CIBA Foundation Symposium on Ionizing Radiations and Cell Metabolism”, J. & A. Churchill Ltd., London (1956), pp. 135～139.
4) R. S. Weatherwax: *J. Bact.*, **72**, 329～332 (1956).
5) T. Alper and N. E. Gillies: *J. gen. Microbiol.*, **18**, 461～472 (1958).

# 塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究— Ⅳ. 魚油の塩素化による分子量変化について

鈴 木 康 策
(東京水産大学)

# Preparation of a Coating Material by Chlorination of Fish Oil– IV. Change of Molecular Weight of Fish Oil Caused by Chlorination

Kōsaku Suzuki

Average molecular weight of fish oil grows gradually with combination, partly addition and partly substitution, of chlorine to some extent and goes down afterwards. It may be probable from the molecular weight change shown in Figs. 2 and 3 that fissions of chlorinated molecules take place in later course of chlorination. From these figures it may be said that the higher molecular weight of the polymerized fish oil, in the earlier course of its chlorination the molecular fissions take place.

In earlier course polymerization was observed, which was followed by depolymerization, in the case of oleic acid, but was not in the case of its methyl ester, free palmitic acid and fish oil. Squalene, some kinds of shark oil contain in a large amount as unsaponifiable matter, was examined in respect of the change of molecular weight brought on by chlorination, that might influence the chlorination of fish oil. Squalene undergoes no polymerization but molecular fissions on chlorination.

魚油を塩素化すれば，塩素の添加，水素との置換によつて反応が進行し，平均分子量は次第に増大する。しかし塩素化反応が飽和状態に到達するまで，分子量の増大が単調に続くとは思われない。なぜならば，反応が飽和に達した時，生成物の塩素含有率が約 60% になるから，元の魚油の占める割合は約 40%，すなわち両者の比は 1.5: 1 となり，反応中分子量がただ単に増加しつつ飽和に達するならば，飽和時の生成物の平均分子量は重合を考慮に入れなくても，元の魚油の約 2.5 倍になる筈である。然るに実際はこれより遙かに小さい。

松本・岩井[1] はヨウ素価の大きい油脂ではグリセライドの分解と一部分子の重合とが，両方ともに行われると考察しているが，これは塩素含有率 20% 以下の場合であつて，60% におよぶ高度塩素化に関する研究は見ない。

## 実 験 結 果

### 1. 魚油の塩素化における生成物のヨウ素価と塩素含有率について

魚油の塩素化における生成物のヨウ素価と塩素含有率との関係から，魚油に結合する塩素の中，添加する塩素，水素と置換する塩素の割合を推定して見よう。メカジキ油（酸価 3.0，ヨウ素価 112.3，ケン化価 196.0）25g，四塩化炭素 75cc を 250cc 容の三ツ口フラスコに取り，還流冷却器をつけて 50°C の水浴で加温しつつ，まず乾燥塩素を硫酸洗気びんを通して，45cc/分 の流速で通気し，飽和状態に達するまで塩素化する。途中時々反応液を一部取出し，沸騰水浴上で加熱，減圧 (1～1.5cmHg) 下で揮発分を除去して得

1959 年 1 月 20 日受理

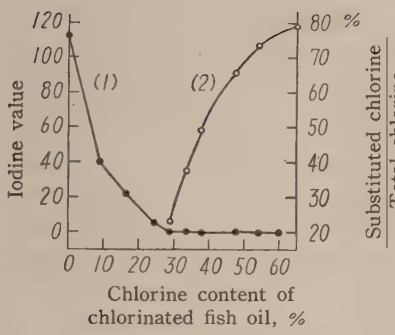



**Fig. 1.** Iodine value of chlorinated fish oil
(1) Iodine value
(2) Substituted chlorine % to total chlorine

た残留物の塩素含有率（カリウス法），ヨウ素価（ウイス法）を測定した。これを Fig. 1, (1) に示す。図によると塩素含有率 29% においてヨウ素価が 0 になる。しかし，その前から事実塩化水素の発生が見られ，不飽和基に対する塩素の添加の外に，水素との置換が行われていることが分る。(正しくいえば添加塩素の一部が魚油の水素と化合して塩化水素となつて魚油から遊離し[1]，その後再び後塩素が添加し，このようにして次第に不飽和基が満たされ，すなわち飽和基に変えられて行くのであり，本来の置換とは違うが，生成物の分子量増加の点から見れば置換と同じ結果になる。) ヨウ素価 112.3 の試料油 100g が塩素添加によつて不飽和基を満たされるならば，

$$35.5\,g \times 112.3/127 = 31.4\,g$$

の塩素が結合し，生成物の塩素含有率は

$$31.4/(100 + 31.4) = 23.9\%$$

となる。しかし，実測値は 29% であるから，この外に $a$ g の塩素が置換によつて結合しているわけで，

$$(31.4 + a)/(100 + 31.4 + a) = 0.29$$

$$a = 9.45\,g$$

となる。ただし，厳密には置換によつて失われる水素の重量だけ左辺の分母から差引かねばならないが，これは塩素 35.5g に対し 1g で僅少であるから無視するものとする。この置換塩素は全結合塩素に対し，

$$9.45/(31.4 + 9.45) = 23.1\%$$

に当る。各生成物の塩素含有率に対してこの割合を求めると Fig. 1, (2) のようになる。塩素含有率が 38% を越すと，置換塩素が添加塩素より多くなる。

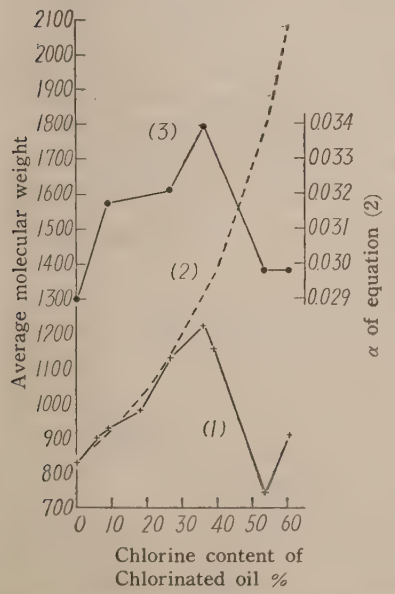



**Fig. 2.** Change of molecular weight of fish oil induced by chlorination
(1)····found
(2)····calcd. by equation (1)
(3)····$\alpha$ of equation (2)

**2. 魚油の塩素化による分子量変化**

前項同様にメカジキ油を塩素化し，生成物の塩素含有率と平均分子量（ベンゼン溶液の氷点降下）を測定すれば Fig. 2, (1) のようになる。試料油の平均分子量は 832 であり，塩素化による分子量の増分は塩素 1 原子当り，添加の場合 35.5，置換の場合 34.5 で，いずれにしても平均分子量に大して差を生じないが，前述 **1.** の観点から，平均分子量 $A_0$ の魚油 1 分子に $n$ ケの塩素原子が結合した場合，塩素含有率が $M$% であるとすれば，近似的には次の関係になる。

$$34.5n/A = M/100 \qquad (1)$$

ここに，$A = A_0 + 34.5n$, $A$ は塩素化物の平均分子量。(1) 式には分子の重合も分裂も考慮していない。測定値 $A_0$ と適当な $n$ の値を用いて，$A$ と $M$ の関係を求めると，Fig. 2, (2) の通りで，実測した (1) とは塩素含有率約 35% まで一致するが，(1) の線はこれより急に下降する。これは魚油分子が塩素化と同時に分裂を起すためであると判断される。分子が分裂すれば分子形が変化し，それが球状係数[1] の変化に現われる。球状係数を $\alpha$ とすれば，

$$\alpha = \eta_{sp} \times d/C \qquad (2)$$

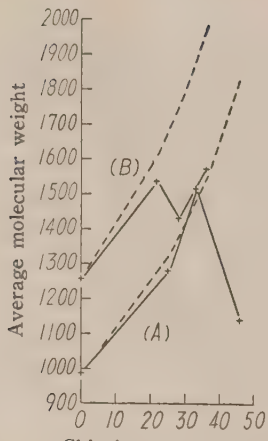



**Fig. 3.** Change of molecular weight of polymerized fish oil caused by chlorination
Sample (A) and (B) were obtained by polymerization of the oil used for the result in Fig. 2.
——— found
- - - - calcd. by equation (1)

ここに，$C$, $d$ は生成物溶液の濃度（重量%）と比重，$\eta_{sp} = \eta_r - 1$, $\eta_r$ はトルエン溶液として（濃度は 4g: 100cc) 20 ± 0.1°C においてオストワルド粘度計によつて求め，(2) 式の $\alpha$ を算出し，Fig. 2 の塩素含有率に対応して図示すれば同図 (3) になる。$\alpha$ の増大は分子形が線状に近くなり，その減少は球形に近くなることを意味しているから，図の (3), (1) を比べて見ると，塩素含有率が約 35% に達するまでは分子の重合は起らないが，分子形が次第に細長くなるかのように変形し，35% を過ぎると，分子が分裂して長さが短かくなり，約 54% に達すると，置換塩素の増加によつて分子量が増大するが，もはや分子形の変化は起らず，塩素化が飽和に達するまで続くことが判る。

Fig. 3 は重合魚油を飽和に達するまで塩素化した場合である。図の（A）は前記メカジキ油に水素を通気しつつ，無触媒で 260～280°C 3時間加熱して得た重合油を使用し，（B）は 1% の酸化マグネシウムを加えて（A）同様にして得た重合油を使用した場合である。(A), (B) ともに暗赤色の重合油である。Fig. 2, Fig. 3 を比較すると，平均分子量の大きい魚油程，低塩素化のうちに分子の分裂を起すことが見られる。

### 3. 脂肪酸の塩素化による分子量変化

魚油の分子の分裂から脂肪酸分子の分裂が想像されるので，これを確かめるため，Table 1 の脂肪酸につき前記同様，塩素含有率と分子量（酢酸溶液の氷点降下による）の関係を求め，Fig. 4 に示す。これを見ればオレイン酸では塩素化により分子量が始め計算値より大となるが，塩素化が高度に進むと急に減少し，分子の重合，次に分裂が起ることが分る。パルミチン酸の場合は重合は起らず分裂するだけで，オレイン酸のように急激な分子量減少は見られない。混合脂肪酸は飽和，不飽和両脂肪酸を含有しているから，その平均的な結果になるわけである。Fig. 4 のように混合脂肪酸は塩素化によつて始め重合するのに対し，これを成分とする魚油は Fig. 2 のように重合しない。従つて不飽和脂肪酸もカルボキシル基がエステル結合している場合は重合を起さないと推察される。そこでオレイン酸メチルを塩素化して見ると，Fig. 5 のように果して重合は起らず，分裂するだけである。この実験に用いたオレイン酸メチルはメタノール 200cc, 濃硫酸 5cc の混液にオレイン酸 100g を加え，

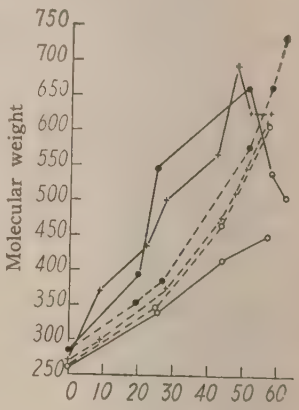



**Fig. 4.** Change of molecular weight for fatty acids in Table 1 by chlorination
●···· oleic acid
○···· palmitic acid
+···· mixed fatty acid
——— found
- - - - calcd. by equation (1)

**Table 1.** Fatty acids used for the result in Fig. 4.

| Fatty acid | Neutralisation value | Iodine value | m.p. |
|---|---|---|---|
| Oleic acid | 201.4 | 84.4 | — |
| Palmitic acid | 219.3 | — | 61.8～62.2°C |
| Mixed fatty acids* | 162.5 | 94.8 | — |

* obtained from oil of sword fish, and not free from unsaponifiable matter.

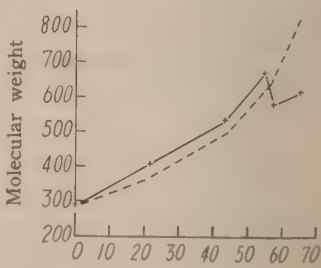



**Fig. 5.** Change of molecular weight of methyl oleate caused by chlorination
——— found
- - - - calcd.

2時間還流後，水洗，アルカリ洗浄，水洗，脱水して得たもので，次の特数を有する。

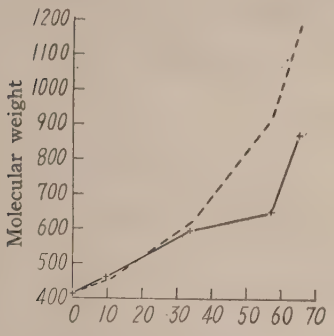



**Fig. 6.** Change of molecular weight of squalene by chlorination

——— found
- - - - calcd.

| 分子量 | ケン化価 | ヨウ素価 |
|---|---|---|
| 289 | 189.7 | 79.8 |
| (296.5 | 189.24 | 85.61‥‥純品値) |

**4. スクアレンの塩素化による分子量変化**

魚油の不ケン化物含有率は普通僅少であるから，魚油を本製造の原料として見る場合，不ケン化物の混在は特に考慮する程ではないが，ある種のサメ油（アイザメ，ヘラツノザメ肝油等）は多量のスクアレンを含んでいるので，スクアレンの塩素化による分子量変化を調べた。結果は Fig. 6 のように，分裂はするが重合することなく分子量変化に関する限り，魚油に混在しても影響は現われない。使用したスクアレンは新らしく蒸溜した，次の性質のものである。

| 分子量 | ヨウ素価 | $n_D^{20}$ | ケン化価 |
|---|---|---|---|
| 411 | 384 | 1.4945 | 0 |
| (410.4 | 371 | 1.4965[2] | 0‥‥純品値) |

## 要　　約

魚油の塩素化物は塩素の結合量に相当するだけ分子量が増加しないので，塩素化と分子量変化との関係について検討した。実験のように，分子量の変化から見れば，低塩素化のうちは分解も重合もなく，高塩素化において分解するだけである。この分解は魚油の平均分子量が大きい場合程，低塩素化のうちに起きる。しかし，オレイン酸は重合する。そしてそのエステル，パルミチン酸，スクアレンはいずれも重合せず分解する。これ等の点を考え合わせると，重合するためには不飽和脂肪酸のように，不飽和基と遊離のカルボキシル基との両者を同時の有していなければならない。

魚油の平均分子形が塩素化によつて細長くなるかのように見られるのは，細長く重合するためではなく，グリセライドを構成する各脂肪酸の配置が各種方向から同一方向へ，つまり束状にまとまるためであろう。

終りに御指導を仰いだ東京工業大学舟木教授に深謝します。

## 文　　献

1) 松本常太郎・岩井信次： 工化，43，24 (1935).
2) 日本油脂化学協会編，油脂化学便覧，丸善，昭和 33 年.

# ベニザケのクロルテトラサイクリン処理による各組織への浸透量および加熱によるその破壊度

富山哲夫・米　康夫・小林邦男
(九州大学農学部水産化学教室)

# The Penetration of Chlortetracycline into Tissues of Sockeye Salmon on CTC-dip Treatment and Its Destruction on Heating.

Tetuo Tomiyama, Yasuo Yone and Kunio Kobayashi

The present study was carried out in order to obtain data which will be able to prove the safety of chlortetracycline as a food additive when employed in keeping quality of sockeye salmon.

The sample fish were caught on May 24, 1958, by the gill net in the Behring Sea area and immediately after receiving aboard a factory ship they were dipped for 30 minutes in chlortetracycline (10 ppm) sea water. The fish were frozen and kept thereafter at about −20°C. The sample fish were landed at Tokyo port two weeks later and carried over to our laboratory by air. Various tissues were assayed for CTC by Tomiyama et al's cylinder plate method[7].

It was observed that not only the skin but also the operculum, the fin and the gills contained a large amount of CTC whereas the flesh only less than 0.13 ppm and the gut less than 0.01 ppm. The assay for CTC in several thin layers of flesh under the skin revealed that no penetration of CTC occurred in flesh deeper than 3 to 4 mm from the skin under the present experimental condition. The canning of the treated fish inactivated the penetrated CTC completely. Such cooking procedures as boiling, broiling and frying also destroyed the CTC residues on fillets cut from the treated fish. It was clearly shown that the rate of inactivation of CTC at 95～99°C. conformed with the first order reaction.

Based on the present data as well as recent literatures on the toxicity of CTC and iso-CTC, emergence of CTC-resistant strain and anaphylactic reaction due to long-term ingestion of low-level of CTC, the present discussions have disclosed the safety of CTC when employed for keeping freshness of sockeye salmon.

## I. 緒　　言

サケ類の鮮度保持に対するクロルテトラサイクリン (CTC と略記) の効果については, Gillespie 等[1]が Coho salmon および Chum salmon を CTC-氷で保蔵した場合, Firman 等[2]が Sockeye salmon の氷大陸輸送中に CTC-氷を使用した場合, また Stern 等[3]が Sockeye salmon の陸揚げ後に CTC 処理した場合に, いずれも良好な結果を収めている。かように CTC の鮮度保持効果は他の魚類について round のまま CTC 処理して得た結果[4]と略々同様であったが, CTC 処理をサケ工船上で行なった研究は全くなく, また CTC 処理によってどの程度の深さまで肉中に CTC が浸透するかについての研究は全くない。またその浸透量が加熱加工によってどの程度破壊するかについては播磨肉に添加した CTC の 100°C における破壊をみた Tarr の研究[5]以外にはなかった。たゞ本研究の結果を発表した後に, 宇野等[6]がカラフトマスについて行った研究が最近発表された。

CTC がベニザケの鮮度保持の目的で食品添加剤として許可されるためには, 鮮度保持効果の確立と共に, CTC の可食部への浸透量および加熱によるその破壊の程度を究明せねばならない。依つて著者等は 1958 年

1959 年 1 月 27 日受理　本研究の大要は 1958 年 10 月に日本水産学会秋季大会 (新潟市) で発表した。

5月に漁獲したベニザケについて試験的にサケ工船船上で浸漬処理を行なつたものを，一部缶詰とし，他を凍結し，約1ケ月 −20°C に保蔵後，魚体各組織への CTC 浸透量を定量したので，以下その結果を報告する。

## II. 研 究 方 法

**1. 研究材料:** 1958年5月24日48°-42′N, 168°-31′E において流刺網で漁獲し，24日11時に母船に揚げたベニザケ（平均体重 1,600g）で，死後硬直の終つた直後とみられたものを 56 尾選んで供試した。

**2. CTC 処理:** 海水 100*l* に医薬用クロルテトラサイクリン塩酸塩の純末 1g (10ppm) を溶解し，これに水洗した 28 尾（総重量 41.7kg）を 30 分間（14 時 25 分～14 時 55 分）浸漬した。他の 28 尾（総重量 43.6kg）は対照とした。CTC 液に浸漬後，試料魚は魚籠に入れ，カンバスで蔽つて甲板の魚倉に放置した。対照魚も同様に水洗後魚籠に入れ，試験魚と同一条件の魚倉に収容した。放置時間は一般に母船で缶詰にするまでの時間，即ち母船揚後 30 時間，CTC 処理後 26 時間とした。放置中の気温は 2.5～4.0°C，魚体温の変化は 3.5～2.5°C であつた。

**3. 試験魚の冷凍および缶詰:** 5月25日17時に観察したところでは，体色，硬度，眼球，鰓等においては試験魚は対照と特別に区別できなかつた。観察後，直ちに缶詰および冷凍を行つた。缶詰には各区 13 尾を用い，常法により裁断して，½ ポンド缶に生詰めし，10 ポンド 70 分殺菌した（工場内温度 10°C，使用海水温 2°C)。冷凍には各区 15 尾ずつを冷凍パンに並べ，フラットタンク式の急速冷凍法を用い，ブライン温度 −29°C で 25 日 17 時 30 分より 6 時間凍結処理した。製品は −20°C の冷蔵舶に保蔵し，仲積船舶では −18°C であつた。芝浦到着後（6月7日）に固形炭酸を詰めて航空便で福岡に運び，−20°C の冷蔵庫に保管し，逐次 CTC の定量に供した。

**4. CTC の定量:** 魚体は室温（約 25～29°C）で解凍途中に開腹し，内臓を除き，左右の皮付肉部を採り肉全体の CTC の定量には魚体の1つの片面を全部使用し，各部分の肉中の CTC 定量には他の片面を使用した。各部分の CTC 量を求めるには背肉，腹肉および尾肉を切断し，これより皮を除き，尾肉および腹肉はそのまま定量し，背肉の場合には Fig. 1 に示すように表皮より 5mm 宛つ2層の肉をとり，残部の肉と共にそれぞれについて定量し，また皮下約 1mm 程度の肉の各層についてもそれぞれ CTC の定量を行ない，浸透の深さを明らかにした。CTC の定量は 0.01mcg/g の定量の感度をもつ富山等の cylinder plate 法を簡易化した方法[7]によつた。

**5. 加熱処理および料理法:** 加熱中の CTC の破壊速度を求めるには，CTC を含む組織を予めよく擂砕均一とし，その 1g 宛つを径 1cm の試験管に入れ，これらを煮沸水中に置いて熱破壊し，一定時間毎に試験管2本をとり除き，直ちに氷水中において冷却する。これらを合せてミクロブレンダーを用いて 8cc の組織抽出剤 (pH 5.2 の citrate-acetone 混液）て約3分間混和抽出し，乾燥沪紙て沪過後，CTC の定量に供する。

料理後の減少を知るためには，水煮，焙焼およびフライの場合を検討した。水煮は約 24～30g の皮付肉片（背肉および腹肉）を 150cc の煮沸水に加え，煮沸6分後に加熱をやめて室温に放冷し，50 分後に液を去り，ミックサーで破砕し，4倍量の組織抽出剤で抽出，沪過後定量に供する。

焙焼は約 24～30g の厚さ 1.5cm の皮付肉片をアルミ箔にのせ，簡易オーブンを用い，250°C に 10 分或いは 15 分間加熱，放冷後定量に供する。

フライは菜種油 2*l* を 230°C に加熱し，約 24～30g の 2～3 片の皮付肉片を加えて5分間加熱し，油より引揚げ放冷後に定量に供する。

## III. 研 究 結 果

### 1. CTC 液浸漬処理による CTC の筋肉への浸透及び組織への分布

10ppm を含む CTC の海水液に 30 分間浸漬した場合における CTC の魚体内への浸透および魚体各部

**Table 1.** Distribution* of CTC in various tissues of CTC (10 ppm)-treated sockeye salmon.

| Tissues \ Date of assay / Body size cm. g. | No treatment | | | Dip in CTC-sea water | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | #1 VI/18 | #2 VI/20 | #3 VI/21 | #4 VI/18 | #5 VI/20 | #6 VI/21 | #7 XI/20 |
| | 45 1350 | 44 1400 | 45 1280 | 46 1400 | 48 1600 | 45 1400 | 49 1600 |
| Unskinned flesh | | neg.‡ | neg. | 0.19 | 0.28 | 0.30 | |
| Skin back + tail | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 2.73 | 2.31 | 2.73 | 1.54+0.50 |
| Skin abdomen | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 1.68 | 2.00 | 1.89 | 0.88 |
| Flesh back outer† | neg. | neg. | neg. | 0.22 | 0.17 | 0.32 | |
| Flesh back middle†† | 0.02 | neg. | neg. | 0.02 | neg. | 0.01 | |
| Flesh back inner | neg. | neg. | neg. | 0.01 | neg. | neg. | |
| Flesh abdomen | neg. | neg. | neg. | 0.11 | 0.14 | 0.14 | 0.27 |
| Flesh tail | 0.03 | neg. | neg. | 0.12 | 0.05 | 0.08 | 0.06 |
| Flesh average** | | | | | | 0.13 | 0.12 |
| Fin | | | | | | 3.78 | § |
| Vomer | | | | | | 0.92 | 0.45 |
| Gills | | | | | | 0.76 | 0.72 |
| Viscera | 0.02 | neg. | neg. | neg. | 0.02 | 0.01 | 0.02*** |

* All values for CTC content are expressed as mcg. of CTC per gram tissue.
** Average of back flesh. § Pectoral fin, 0.15, ventral, 0.88, dorsal, 0.42, caudal, 0.12, and anal, 0.02 mcg/g. † Flesh layer 5 mm. from the skin. †† flesh layer of 5 to 10 mm. from the skin. ‡ less than 0.01 mcg/g. *** stomach. Intestine and others contained 0.01 mcg/g.

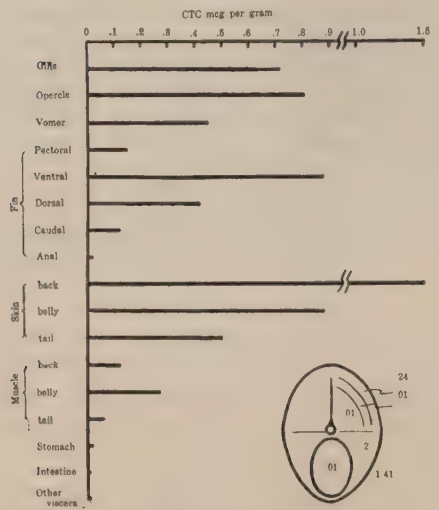



**Fig. 1.** Distribution of CTC in various tissues of a representative CTC treated fish (#7 given in Table 1).

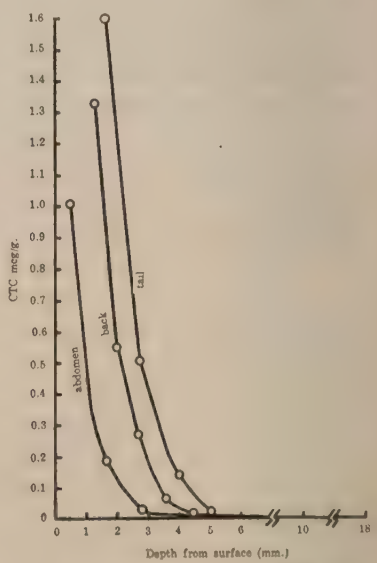



**Fig. 2.** A representative CTC penetration pattern in various parts of flesh.

への分布の模様は Table 1 および Fig. 1 に示す通りである。ベニザケの場合も他の魚種の場合[4]と同様に，表皮に多いが，筋肉への浸透範囲は皮下 5 mm 程度以内であることが分った。更に表皮よりの浸透の模様を細菌学的に測定した結果は Fig. 2 に示す通りであつて，皮下 3～4 mm で急激に減少し，5 mm 以深の肉では 0.01 mcg/g の定量感度では全く検知されなかつた。

魚体各部への分布をみると，Table 1 にみられるように，CTC の濃厚な組織は表皮だけでなく，鰓，鰓蓋，鱗等である。しかし可食部即ち皮付魚肉の CTC 含量は前記組織の含量の 1/3～1/10 程度即ち 0.15～0.3 ppm に過ぎなかつた。また内臓には殆んど検出されなかつた。Table 1 に示した試料魚番号 7 は −20°C の冷蔵庫に 5 ケ月貯蔵したものであつて，この貯蔵期間中に体表面の CTC は多少減少したようにみえるが筋肉中の CTC は殆んど減少していないようである。

CTC で処理してない対照魚では，第 1 回に測定したものの表皮，尾肉及び内臓に痕跡の CTC がみられた。しかしこの場合には解剖台に附着した CTC で汚染した疑いがあつたので，次回からビニールシートで解剖台を毎回蔽うように注意したところ表皮の微量 (0.01 ppm) を除いてはいずれの組織にも CTC は検出されなかつた。

**2. 缶詰および料理した場合における皮付筋肉中の CTC の破壊**

研究方法の部に記載した方法で缶詰としたものは，Table 2 にみられるように，対照区 6 缶および CTC 処理区 19 缶の内容全部について定量した結果は例外なく皆 negative (0.01 ppm 以下) であつた。

次に Fig. 3 に示すような温度変化条件で水煮した結果は 0.50 ppm のものが 0.01 ppm と減少した。この場合に煮熟水中には CTC は認められなかつたが，紫外線照射によつて Iso-CTC (Isochlortetracycline)

**Table 2.** Inactivation of CTC in unskinned fillets by canning and cooking.

| Cooking | | | CTC-content | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Method | Temp. | Time (min.) | before†† cooking mcg/g | after cooking (average)* mcg/g | % negative sample |
| Canning§ | 10 lbs | 70 | | negative† | 100 |
| Boiling | 100°C | 6 | 0.50 | 0.01 | 0 |
| Broiling | 250°C | 10 | 0.38 | 0.06 | 0 |
| | | 15 | 0.42 | 0.01 | 0 |
| Frying | 230±5°C | 5 | 0.47 | negative | 60 |

* Average of positive samples. † Negative: less than 0.01 mcg/g. § Each can-content of 19 canned treated fish as well a 6 canned untreated fish was subjected separately to the assay.

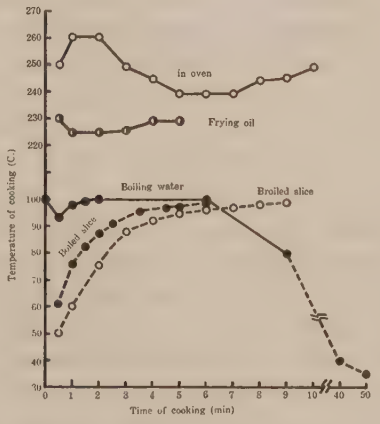



**Fig. 3.** Change in temperature of fillets and heating medium during cooking.

**Table 3.** Heat inactivation of CTC in tissues at 95～99°C.

| Time of heating (min.) | Skin | | Muscle§ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | #1 | | #2 | |
| | CTC mcg/g | K* | CTC mcg/g | K* | CTC mcg/g | K* |
| 0 | 1.45 | | .36 | | .32 | |
| 5 | .81 | | .19 | | .13 | |
| 10 | .42 | .123 | .07 | .163 | .06 | .168 |
| 15 | .29 | .107 | .03 | .165 | .03 | .157 |
| 20 | .20 | .099 | .02 | | <.01 | |
| 30 | .09 | | | | | |

Muscle #1 reached 95°C. after 5 minutes whereas in the other experiments only after 2 minutes.

§ The muscle sample used was outer layer of back muscle. * Velocity constant for monomolecular reaction.

の存在は確認された。

250°C で 10 分間焙焼する条件では，充分に焼けていないが，0.38 ppm のものが 0.06 ppm と減少した。250°C で 15 分間焙焼した場合には充分に焼けており，0.42 ppm のものが 0.01 ppm と減少した。

230° ± 5°C，で 5 分間フライした場合には，0.47 ppm のものが negative にまで減少した。

**3. 筋肉および皮に含まれた CTC の破壊速度**

研究方法の項に記載した方法で CTC を含む筋肉および皮を 96～99°C に加熱した場合に，どのような速度で減少するかを検討してみた。その結果は Table 3 および Fig. 4 に示した。加熱分

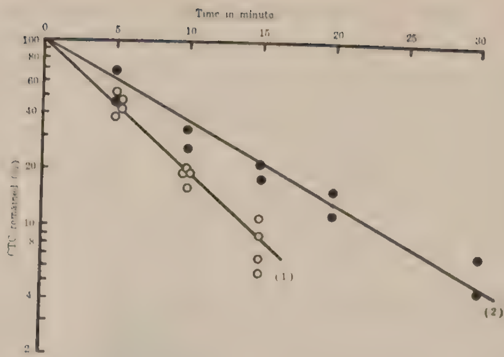



**Fig. 4.** Rate of inactivation of CTC contained in flesh (1) and skin (2) when heated at 95～99°C.

解反応の初期には試料の温度が充分に上昇していないので加熱後5分後の値に疑問があり，また 20 分以後は残存量が微量となり定量の誤差が大きいので，5分後の値および 20 分以後の値を除外すると，Table 3 にみられるように誤差の範囲内で近似した一次反応速度恒数がえられた。

## IV. 考　　察

全魚体を CTC 液に浸漬した場合の CTC 浸透量については，富田等[8]，TARR 等[9] および SHEWAN 等[10] の研究がある。いずれも皮の部分に多く，筋肉部には少ないことが明らかにされた。富田等[8]は鱗の着いている状態によって魚肉への浸透量も異なることを指摘した。本研究の結果も従来の研究結果と略々一致している。ただ鰭や鰓蓋のような硬組織の部分に多いことは興味深い。恐らくはこれらの硬組織に含まれる CTC とキレートするために濃厚に沈着するのであろう。紫外線を照射すると，これらの組織の外皮部に CTC の濃厚な沈着がみとめられた。このことは $Ca^{45}$ および $Sr^{90}$ ($Y^{90}$) の魚類による吸収代謝の場合に骨部に分布し蓄積するようである[12]。また鰓に多く沈着することも，この組織の石灰代謝の活性度[13]と関係するものと思われる。著者等[14]の研究によると，鯖の場合に筋肉への細菌の侵入経路として鰓が重要であると考えられたので，以上のように CTC が鰓に多く沈着することは，鰓から筋肉内への細菌の侵入に1つの障壁をつくることを意味する。恐らくはこのような機構によって CTC は魚体の鮮度保持に有効に作用するものと信ぜられる。

CTC 液に浸漬処理した場合に，CTC の筋肉内への濃度傾斜を知ることは興味あることである。SHEWAN 等[11]はタラを CTC 氷 (5 ppm) で 26 日間貯蔵した場合の浸透範囲について報告している。この点について，本研究の結果も SHEWAN 氏等の結果と近似しているが，10 ppm の CTC-海水液に浸漬処理した本研究の結果の方が一般に浸透量は少ない。腹肉および尾肉に CTC が多く含まれるのは，いずれも筋肉層が薄いためであることは明らかである。

内臓に痕跡の CTC がみとめられたが，これは CTC 以外に内臓成分で *Bac. cereus* の発育を阻止する化合物が存在するか，CTC が腹部の外皮を通すか或は鰓を通して浸透したか，いずれかであろう。著者等の場合には内臓に *Bac. cereus* の発育を阻止する化合物の存在が最近明らかにされている[15]。

本研究の条件で魚体表面に沈着したり魚体内に浸入した CTC 量は，前記のように組織の種類や同一組織の部位等によって著るしく異なるが，可食部についてみると，平均 0.2 ppm 程度と考えられる。米国で消費されている CTC 処理鶏肉の料理後の残存量を FDA で大規模に調査した報告では，最高 0.39 ppm で 0.1 ppm 程度残存する場合が多かった[16]。CTC 処理鶏肉は米国およびカナダを合せて2年半の間に 230,000 トン消費され，また CTC 処理魚肉はカナダで過去の1年間に 4,000 トン消費されたので，消費者は相当の

前記の程度の CTC 残存量を摂取したが，現在までに耐性菌やアレルギーの問題は全く起っていない。また最近の GOLDBERG 等[17] の研究によると，20～40 ppm のストレプトマイシンを含むホウレンソウを兎に与えると，2ケ月以後に 10,000 mcg/cc に耐性の菌が 5～40% も出現したが，20～40 ppm の CTC を含むホウレンソウを与えると，投与後7ケ月間に 500 mcg/cc に耐性のものは 5% 以下に過ぎなかつたし，また投与期間中に耐性菌の出現割合の増加する傾向はみられなかつた。また McVAY 等[18] が数十人の患者に毎日 250 mg CTC を2回経口投与し，21ケ月継続しても腸内菌叢には対照群のものとの間に差は認められなかつたし，また *Candida albicans* の出現頻度も対照群と同一であつた。更に少量の CTC の連続摂取によつてアレルギーが現われるかも知れないとする可能性は，最近の次のような研究によつて否定された。即ち CTC にアレルギーとみられる者が全米に7名しか見出されなかつたが，これらに 0.5, 1.0, 5.0 および 25.0 mg の CTC を FDA の抗生物質部長 WELCH の管理の下に毎日経口摂取させたところ，アレルギー症状は全く認められなかつたと報告されている[16]。以上のような経験および研究の資料に基いて，本研究の各件でみられた可食部の CTC 量を検討してみると，そのまま生食したとしても耐性菌の出現やアレルギーの発現するようなことは全くありえない。

サケ類では実際に生食されることは殆んどなく，加熱加工或は塩蔵されるので，可食部の CTC 量は更に減少する。魚肉および皮に含まれる CTC が加熱によつて破壊する速度については，既に TARR 等[8,9]，ALBERTSEN[10]，富山等[8a] の研究があるが，これらの研究では定量法の感度が低かつたために，CTC の高い濃度範囲で研究されている。本研究に用いた定量法の感度は 0.01 ppm であるから，一般に可食部にみられる CTC 浸透量 0.4～0.05 ppm の範囲について加熱による減少速度を精密に追跡することが容易にできた。この破壊速度が一次反応に従うことは，一定の速度恒数値が計算されたことから疑う余地はない。興味のあることは皮に含まれた CTC の熱安定性と筋肉中に含まれる CTC のそれとの間に顕著な差が認められた点である。この機構については目下研究中である。

CTC を含む可食部を缶詰とした場合には，negative (0.01 ppm 以下) にまで減少したことは従来の研究[3,6]と一致している。また CTC を含む可食部を水煮，焙焼およびフライとした場合の CTC の減少も，底引魚類についての研究結果[8b,c]と一致し，原料の CTC 含量の 1/6～1/60 に減少した。加熱破壊した場合の生成物は Iso CTC であつて，このものは抗菌作用もなく，最近の研究では白鼠に長期投与してもその各組織に病理学的変化を全く与えないことが明らかになつたので[19]，CTC 含有食品で加熱したものは食品衛生上問題とならないといえる。塩蔵の場合の CTC の減少については次報に詳細報告するが，サケの場合も同様に塩蔵品の貯蔵中に大部分の CTC は破壊することが分つた。

以上の論議で明らかなように，ベニザケの鮮度保持の目的で少なくとも 10 ppm の CTC を含む海水に 30 分間浸漬することは，食品衛生上の立場から許容して差支えないといえる。

## V. 総　　括

北洋の流刺網により獲つたベニザケを母船上で，10 ppm の CTC を含む海水中に 30 分間浸漬処理をした場合，CTC の各組織への分布および筋肉中への浸透範囲を定量した結果および組織中の CTC の加熱破壊速度を研究した結果は次の通りである。

1. CTC は表皮だけでなく，鰓，鰓蓋および鰭に比較的濃厚に含まれた。
2. 背部の筋肉内への浸透範囲は皮下 3～4 mm までであつた。
3. 皮および筋肉に含まれた CTC の 96～99°C における加熱破壊は一次反応に従う。皮の CTC は筋肉のものより加熱破壊に対し安定であつた。
4. 可食部に含まれた CTC は缶詰加工により完全に破壊され，また水煮，焙焼或いはフライとした場合にも 0.06 ppm 以下に減少した。
5. 低濃度の CTC の連続投与による耐性菌やアレルギーの発現の可能性に関する最近の研究を基礎として本研究でみられた浸透量が食品衛生上安全なものであることにつき論議した。

終りに本研究の試料の調製に協力された日本水産株式会社並びに研究に援助を与えた日本レダリー株式会社に深謝の意を表する。CTC の生物検定に助力された北原慶子，大山重信，森健児，豊田恭平および岩崎富生の諸氏に感謝を捧げ擱筆する。

## 文　　献


1) GILLESPIE, D. C., BOYD, J. W., BISSETT, H. M., and TARR, H. L. A.: *Food Technol.*, **9**, 296 (1955).
2) FIRMAN, M. C., ABBEY, A., DARKEN, M. A., KOHLER, A. R. and UPHAM, S. D.: *Food Technol.*, **10**, 381 (1956).
3) STERN, J. A., LIEBMAN, H. L., MUNKELT, R. E., and HATHERELL, B.: *Antibiotics Annual*, 1956～1957, 975 (1957), Med. Encyclopedia, Inc., New York, N. Y. STERN, J. A., LIEBMAN, H. L., KUDO, G., CHAPEL, J., OLSEN, R. A., FARBER, L. L. and GRENNAN, M.: *Food Technol.*, **12**, 132 (1948).
4) 富山哲夫・野村　稔・黒木俊一：本誌，**21**，262 (1955)．富山哲夫・黒木俊一・野村　稔：本誌，**21**，958 (1955)．富山哲夫・黒木俊一・前田伝喜・浅田盛治・本田　彰：本誌，**22**，120 (1956)．富山哲夫・米　康夫・黒木俊一・野村　稔・原昭太郎・七字　徹・前田敏弘・小田一郎・松尾俊朗：本誌，**22**，128 (1956).
5) TARR, H. L. A., BOYD, J. W., and BISSETT, H. W.: *J. Agric. Food Chem.*, **2**, 372 (1954).
6) 宇野　勉・大島　浩・笠島正秋・徳永俊夫・相沢　悟・中村全良：北海道区水産研究所報告，**19**，37 (1958).
7) 富山哲夫・米　康夫・小林邦男：本誌，**24**，937 (1959)．
8) a) 富山哲夫・米　康夫・三ケ尻和男：本誌，**22**，778 (1957)．b) 富山哲夫・米　康夫・津田　厚：本誌，**23**，568 (1958)．c) 富山哲夫・米　康夫・津田　厚：本誌，**23**，572 (1958).
9) TARR, H. L. A.: Proceedings, First International Conference on the Use of Antibiotics in Agriculture, p. 203～204, 1956. Publication No. 397, Natl. Acad. Sciences—Natl. Res. Council, Wash. 25, D. C.
10) ALBERTSEN, B.: *Industrial Refrigeration*, **131**, 19 (1956).
11) SHEWAN, J. M.: Proceedings of Fish Processing Technologist Meeting in Rotterdam, 25～29, June (1956).
12) TOMIYAMA, T., KOBAYASHI, K. and ISHIO, K.: Research in the effects and influence of the nuclear bomb test explosions. Vol. II, p. 1163, p. 1181, p. 1189, published by Japan Society for the Promotion of Science, Ueno, Tokyo, 1956.
13) TOMIYAMA, T,, ISHIO, S., and KOBAYASHI, K.: Ditto, p. 1151.
14) 富山哲夫・米　康夫・豊田恭平：1958 年 10 月，日本水産学会秋季大会（新潟市）において発表．
15) 富山哲夫・米　康夫：1959 年 4 月，日本水産学会年会（東京都）において発表．
16) WELCH, H.: Private communication.
17) GOLDBERG, H. S., GOODMAN, R. N. and LANNING, B.: In press in *Antibiotics Annual*, 1958～1959.
18) MC VAY, L. V., Jr., and SPRUNT, D. H.: *Arch. Inst. Med.*, **92**, 833 (1953).
19) Research Division, American Cyanamid Co: Private communication.

# 抄　　録

**飼育用水の酸素含有量と鯉の血糖量との関係** H. MÜNICH: *Z. f. Fisch.*, Bd. **7**, *N. F. S.* 447～458 (1958). 類似研究は既に，二，三報告されているようであるが，この著者も鯉について研究している。供試材料と研究方法一養魚池産のものを用い種々な $O_2$ 含有量の水に置かれたとき，或は運搬されたときの血糖量を調べた。採血の方法，血糖定量法，$O_2$ 定量法等に就ては特記すべき事項がない。研究結果—$O_2$ 含量常態（約 9.5 mg/*l*）の水の場合，血糖量は 43～91 mg/100 m*l*，$O_2$ 量著のしく高い（25 mg/*l*）水の場合，著明な変動がない。$O_2$ の含量が低いが呼吸困難を起す程でない水の場合，同様著明な変動がない。$O_2$ 含量が著しく低い水の場合（0.5～0.9 mg/*l*），このときは約 30 分位鼻上げが続くと著しく血糖が増加し，呼吸困難状態が継続するに応じ，後者も増加する。そして個体によつては 200mg/m*l* 以上に達する。但し個体によつては平常値を保つものがある。長時間の運搬によると同様，血糖量の増加が見られ，6～9日後常態に復するという。（保科）

**ゼブラダニオの産卵時間の抑制と採卵方法** R. LEGAULT: *Copeia*, **1958**, 328～330 (1958). 本種は淡水産飼育魚としては安価で丈夫で繁殖が容易であることから発生学等の実験魚として利用するのに推奨出来るものである。本報には水槽中で産卵させる時の産卵時間の人工的抑制と放卵された卵の採取方法について述べている。産卵適温は 23～27°C 位で自然状態では朝，光が射すと産卵がみられ，夏より冬に産卵時間が遅れること等から光が決定的要因であると考えられる。実験は ♀1 に ♂2 の割合で 48～60 尾を 24×12×12 インチの水槽に入れ黒紙で覆つて行つた。餌は牛肝をまぜた生餌を1日4～5 回与えるのが効果的であつた。光は自然光と人工光を併用し，1日1時間宛投光開始時間を遅らせることにより自然状態では毎朝 7～8 時頃産卵する時期に午後2時頃産卵させることが出来，年間毎日 50～100 個の卵を得た。卵は親魚の共喰から防ぐために槽底に径 1/2 インチの石球を並べその間に落ちこむようにした。採卵は径 9mm のガラス管のサイフォンで吸い上げたがこの方法は採集時間を早めることが出来た。また産卵場所を限定するために底を仕切り，一方に白砂を入れ他方に球を敷くと，白砂域では産卵しないので採卵する際に都合が良かつた。吸い上げられた水は目の大きさのことなる蚊張布で濾して卵と他の沈澱物とを分離するように試みた。（妹尾）

**North Carolina 水域産ヒラメ属（*Paralichthys*）3種の後期仔魚の比較研究** E. E. DEUBLER: *Copeia* **1958**, 112～116 (1958). 1955年12月～'56年4月及び '56年12月～'57年4月の2回に，口径並に網目の大いさがそれぞれ 76cm, 1mm; 100cm, 1mm; 152cm, 1.5mmの3種のネットを用いて採集した North Carolina 水域産の資料である。両回で著しい量差があるが，夜間採集の方が昼間採集よりも多量であつたことは共通している。後期仔魚とは卵黄嚢完全吸収後から種の明確な特徴の完成前までのものと定義する。当地産のヒラメ属には *dentatus*, *lethostigma* 及び *albigutta* の3種が存するが，これらの後期仔魚は彩色の差異により容易に A, B の2型に大別し得る。彩色の差異から種の査定が為し得るかを知るために，2型の後期仔魚を水槽中に *Artemia*, *Penaeus*, *Enchytraeus* 等で飼い，'56 年の実験では初期に高い斃死率が出たが，'57 年に採捕のB型では成功した。A 型には *P. l.* と *P. a.* の2種が含まれ，B 型は *P. d.* であることが明かにされ，B型にはA型に見られない黒色帯が背鰭末梢縁の前方約 4/5 並に尻鰭末梢縁の前方約 2/3 に存在する。平均の標準体長は *d*: 12.4mm, *l*: 10.2mm, *a*: 8.4mm。脊椎骨数の平均値は *d*: 41.3, *l*: 37.1, *a*: 37.2。*l* と *a* の類別は難しいが尻鰭条数の平均値が *l*: 67.8, *a*: 58.4, *d*: 68.4。背鰭条数平均値は *l*: 86.7, *a*: 77.3, *d*: 89.0。鰓耙数の変異は成魚では，*d*: 16～24, *l*: 10～13, *a*: 11～15 であるが，本資料では査定に有効な程十分に発達しているものが少い。1表，2図，文献5篇を附す。（妹尾）

**ユムシ幼生の飼育実験** F. SAKIYAMA: *Natural Sci. Rep., Ochanomizu Univ.* **9**, 47～56 (1958).

繁殖期が 10 月中旬から翌年3月末に及び 12 月が最盛期である横浜市金沢八景産のユムシ *Urechis unicinctus* 幼生の実験室内飼育を行つた。各硝子器の海水 500cc 中に 300 個体宛の trochophora を収め，*Skeletonema costatum* と *Thalassiosira* sp. とをそれぞれ別個に与え，対照は無餌料とした。10日目毎に海水並に餌料を改新し，温度は日中凡そ 18.5°C であるようにした。幼生の摂餌開始は媒精の6日後からであつた。媒精後3週間で後に軀幹部となる部分に黒色帯を生じ，著者のいう presegmentation の段階に，同じく5週後には trochophora の下半体に稍を生じ segmentation の段階に達する。同様 5～6 週経つと容器底に沈み匍匐生活を始める第2の segmentation の段階の個体も生じ7週後には蠕動運動が強まり，体節的構造が漸次消滅してゆく metamorphosing stage と成る。飼養実験では 12 月中に媒精した場合が，正常発生の最高率が得られ，1月中或は1月以後の場合には斃死率が寧ろ高かつた。生存個体の全滅する迄の日数は無餌料群で 38 日，*Skeletonema* 群で 91 日，*Thalassiosira* 群では 102 日でも 15 個体残存していた。発生段階別の残存数と受精後の経過日数との関係も明かに表示されているが，*Sk.* 群の方が *Th.* 群

よりも全般に発生が進行し，残存率も概ね高く餌料としてより有効であることを示している。死亡率も算出表示しているが，甫鉤期ものは食性が変化しており *Sk.* も *Th.* も餌料として不適である。1図，4表，文献5篇を附す。(妹尾)

**台湾産板鰓魚類の研究．第1報　台湾産未記録鮫類十八種**　鄧 火土：台湾省水産試験所四十七年度試験報告，第3号 1～30 (1958)．　報文は中国語，従つて記載種には中国名・学名は勿論のこと，英名・日本名並に俗名等も原則的には掲げてあるが，日本名の無いものは，その旨附記している。下記 18 種凡てに図が附せられ，これには外形としての側面，頭部下面等の外，両顎の中央歯・左側歯並に体側や腹面の鱗等が描かれている。記載は形態に重点がおかれ，その他採集年月日・採集地点・漁場・漁法・分布等にも言及している。体部測定も 20 点内外につき行われ，種毎に表示されている。材料は次の如くで＊印は（）内の日本名を有する種類である。

*Heptranchias perlo** (江戸油鮫), *H. pectorosus*, *Atelomycterus marmoratus*, *Ginglymostoma ferrugineum*, *Rhincodon typus** (甚兵衛鮫), *Sphyrna mokarran*, *S. lewini** (赤撞木), *Carcharodon carcharias** (頬白鮫), *Cetorhinus maximus** (姥鮫), *Pseudotriakis microdon** (唖鮫), *Carcharias taurus*, *Triaenodon obesus*, *Scoliodon sorrakowah** (広鮫鰡鮫), *Carcharhinus longimanus** (汚鮫), *Deania rostrata** (万才鮫), *Centrophorus lusitanicus*, *Dalatias licha** (鎧鮫), *Echinorhinus brucus** (菊鮫)。(妹尾)

**連続抗張力試験機**　*Man-made Textiles*, Vol. 35, No. 414, 58～59 (1958)．　従来広くタイヤー用の単糸及びコードの試験に利用されていた Scott Model 1 P-4 inclined-plane testing machine に更に新しい装置を加えて，総てを自動的に連続してできるようにした機械を Courtaulds Ltd. が Scott Testirs Inc. の許可を受けて売り出すことになつた。その機械は新しい自動装置をモーターの駆動装置にはめこんであり，連続操作され，それはエヤーと電気で制禦される。荷重は 0.1kg 単位で最大 20kg まで，伸びは 0.2% 単位に 50% まで測れ，測定と同時にそれらの関係は自記される。試験は 10 或いは 100 回連続して行われ，その結果はテープに 10 回づつ成功したものだけ記録される。すなわち糸は糸巻きより自動的に引き出されチャックにとまり試験され，終つたものは取除けられて行くようになつている。試験の始まる前に名称，日附，試験機番号，試験の数，1度分のヤーンの数量等が記録される。すなわち試験機の稼動中実験結果の自動チェックが出来るだけの限度までなされるようになつている。測定中チャックから糸がスリップしたときとか2本の糸が重なつたときは自動的に機械が止り，それをランプが指示する。これらの各種の操作は三色灯によつて指示されるようにできている。(本多)

**食品における *Staphylococcus aureus* の迅速検出法**　E. Wilson, M. J. Foter and K.H. Lewis: *Applied Microbiology*, **7**, 22～26 (1959)．　食品中の *Staphylococcus aureus* を 7～9 時間以内に検出する方法を見出した。食品検体を滅菌燐酸稀釈水に混合稀釈し，これを液体の選択培地に接種する。本培地は brain heart infusion mannitol broth の 100 *ml* に対し 7.5g の NaCl を加えて調製したものである。35°C で6時間振盪培養した後グラム染色による顕微鏡検査及び血漿凝固試験を行う。グラム陽性の葡萄状球菌をみとめ，且つ3時間以内に血漿凝固作用を示したものを staphylococci 陽性とする。本法は迅速，簡単且つ安価な点を特長とする。(堀江)

**Irish Moss, *Chondrus crispus* のアミノ酸，ペプチド及び蛋白質**　E.G. Young and D.G. Smith: *J. Biol. Chem.*, **233** (2), 406～410 (1958)．　乾燥した *C. chrispus* 粉末を pH 8.4 の食塩-硼酸塩溶液で処理すると，藻体に含まれている全 N の約 70% が抽出できる。抽出された N の約 80% は透過性で，透析されない部分には複雑なポリペプチドと少量のアルブミン及びグロブリン様蛋白質が存在している。試料の 75% エタノールエキス中には多くのアミノ酸が存在し，特にアルギニン，チトルリン，グルタミン酸及びタウリンが多い。またエキス中にはアルギニン，チトルリン，グリシン，スレオニン及びオルニチンより構成されているペプチド及びニンヒドリンで発色する不明物質が存在している。藻体蛋白 N の約 25% は抽出残渣中に残り，これは尿素，EDTA，ロダンカリ或いは sodium lauryl sulfate 溶液と処理しても抽出できない。不溶解蛋白質はアルギニン含量が高く，チトルリン及びオルニチンは含んでいない。(荻野)

**発育過程における鮭の血液中の酸可溶性ヌクレオチッド**　Per Olov Svärd: *Nature*, **182**, 1448～1449 (1958)．　parr から smolt への発育過程に鮭の表皮に多量に沈着するグワニンの前駆物質の研究として血液中のヌクレオチッドを調べた。同じ大きさの多数の個体の尾部を切断して採血し，アセトン・ドライアイスで凍結した後過塩素酸で抽出し，蟻酸型 Dowex 1 を用いる Schmitz の方法 (1954) に依りイオン交換カラムクロマトを行つた。ヌクレオチッドは溶出位置，吸収曲線，燐及びリボース量より同定し，紫外部吸光値より定量した。この結果 parr から smolt への発育過程は，血液中のヌクレオチッド含量より次の三段階に分け得ることが判つた。(1) parr の時期で，GTP が多く，IMP は少い。この時期には表皮にグワニンの沈着がみられない。(2) parr から smolt へ変る時期で GTP は減少し，逆に IMP が増加する。グワニンの沈着この時に行われる。(3) smolt の時期で，IMP も減少する。動物組織と比較するとこれら血液の GTP 量は可成り多く，特に parr の時期には ATP の 30% にも達する。(鴻巣)

**海産魚のビタミン $B_{12}$ 含量** Olaf R. BRÆKKAN: *Nature*, **182**, 1386 (1958). *Lactobacillus leichmanni* を用いる微生物定量法で数種海産魚の筋肉，腎臓，肝臓，心臓の $B_{12}$ 含量（生組織 1g 中 μg）を測定した結果は次の如くである。Cod (0.005, 0.045, 0.045, 1.85)；Coalfish (0.035, 0.070, 0.14, 0.50)；Pollack (0.018, 0.16, 0.33, 4.25)；Haddock (0.018, 0.32, 0.067, 2.58)；Ling (0.006, 0.20, 0.11, 0.26)；Tunny (0.037, 0.35, 3.53, 0.85)；Plaice (0.022, 0.37, 5.00, 0.81)。以上の結果で最も注目すべきことは心臓の $B_{12}$ 含量がしばしば非常に高い値を示すことである。また通常腎臓及び肝臓が最も $B_{12}$ に富む器官とされているが，この分析結果では心臓に最も多い例がかなり見られ或る場合には肝臓の 150 倍にも達することがあつた。（鴻巣）

**加熱処理した畜肉の燐酸塩による品質保持効果** M. J. TIMS, B. B. WATTS: *Food Technology*, **12**, 240～243 (1958). 畜肉は加熱処理中或いはその後の貯蔵中に匂は変化し，脂肪は酸敗し，また加熱処理によつてドリップを流失するが，各種の燐酸塩を用いて，これらの防止策を検討した。各種の擂潰した肉に 0.5% の sodium orthophosphate, sodium pyrophosphate, sodium tripolyphosphate, sodium hexametaphosphate と 0.5% sodium orthophosphate + 0.1% ascorbic acid をそれぞれ添加し充分に混和後エナメル缶に詰め，中心温度 70°C で加熱処理し，再び擂潰した後 5～7°C に貯蔵した。一定期間貯蔵後，pH 及び T. B. A. 試験で酸敗度を測定し，またドリップを加熱処理後直ちに測定して燐酸塩の保水力を比較した。加熱処理した燐酸塩無添加の肉は，その脂肪含量の多少に拘わりなく数時間後には酸敗したが orthophosphate 以外の燐酸塩添加肉は T. B. A. 値低く燐酸塩添加の効果著しく，更に燐酸塩に単独剤として ascorbic acid を併用した場合には一層効果的であつた。ドリップは orthyphosphate を添加したものが最も少なく，試験した他の燐酸塩に比して最も保水力が優れていた。（野中）

**Apple juice の γ 線照射殺菌に対する sodium sorbate 及び ascorbic acid 添加の効果** E. A. ASSELBERGS, W. E. FERGUSON and E. F. MAC QUEEN: *Food Technology* **12**, 156～158 (1958). 0.05% sodium sorbate, 75 mg/100 m*l* ascorbic acid 及び 0.05% sodium sorbate + 75 mg/100 m*l* ascorbic acid を夫々添加した apple juice と，対照として無添加の apple juice を作り，あらかじめ煮沸滅菌したガラス瓶に一杯に充たし，これまた滅菌したプラスチックの栓で密封する。また 0.05% sodium sorbate + 75 mg/100 m*l* ascorbic acid を添加した apple juice を滅菌したガラス瓶にヘッド・ペースを残して半分入れ前と同様に滅菌した栓をする。これら5種の apple juice に 138,000, 344,000, 621,000 rep. の γ 線を照射して室温に 2 日，7 日，13 日間放置後，その臭気，色調，相対粘度，ペクチン分解酵素の作用力，全酸度，pH, ascorbic acid 量，菌数等を調べた。その結果いずれも 621,000 rep. の γ 線照射では完全に juice を殺菌することはできぬが 0.05% sodium sorbate + 75 mg/100 m*l* ascorbic acid を添加した試料のみは室温で細菌の発育を 13 日間抑制した。然しながらこの場合も匂，色調，粘度等が変化し juice の品質を著しく悪くした。ヘッド・スペースを残して詰めた juice の ascorbic acid は次第に減少した。（野中）

**ウサギ骨格筋のフォスフォリラーゼ b→a 転換酵素** E.G. KREBS and E.H. FISCHER: *Biochimica et Biophisica Acta*, **20**, 150～157 (1956). フォスフォリラーゼ b を a に変える酵素の精製法について述べる。擂潰した筋肉を常温の蒸溜水で抽出し綿布で沪し (**I**)，冷水に 3.5 時間透析する (**II**)。透析液を 0.05 N－HCl で pH 5.9 にして生じた沈澱を 3°C, 1,400×g で 1 時間遠心分離して集め，直ちに水 20 m*l* に溶かす (**III**)。この液を 0.2 M－$NaHCO_3$ で pH 7.5 にし低温で 18,000×g 30 分遠心分離して沈澱を捨て，上澄液 (**IV**) に pH 6.8 の硫安飽和液を加え 0.33 飽和にし，生じた沈澱を遠心分離して集める。この沈澱を pH 7.5 の 0.1M 燐酸塩緩衝液で作つた 5% 蔗糖液 20 m*l* にとかし (**V**), 100,000×g 1 時間遠心分離して沈澱は除き，上澄液 (**VI**) を －20°C に保存する。各段階における比活性（単位/mg）は次のようなものであつた。(**I**), 67; (**II**), 26; (**III**), 425; (**IV**), 960; (**V**), 2,280; (**VI**), 4,450。なおウサギ筋肉約 500g より約 365,000 単位 (82 mg) を得た。この酵素の作用至適 pH は 9.0 附近であり，$Mn^{++}$ あるいは $Mg^{++}$ および ATP を必要とし，$Mn^{++}$ と ATP の濃度比（モル）は 1: 1 が最適条件であるので，モノ Mn-ATP 複合体が反応を促進させるものと考える。（須田）

**ウサギ骨格筋のフォスフォリラーゼ b の分離結晶** E. H. FISCHER and E. G. KREBS: *J. Biol. Chem.*, **231**, 65～71 (1958). ウサギの肢と背の筋肉を擂潰し，その等容の蒸溜水 (25°C) で 2 度，1/2 容で 1 度抽出，綿布，次いでガラス綿で沪す。沪液を 3°C の蒸溜水 20 *l* に 3.5 時間透析した後 (**I**), 0.05N－HCl で pH 5.9 にし，3°C, 1,400×g で 1 時間遠心分離して上澄を沪紙で沪し固型 $KHCO_3$ で pH 6.8 にする。液 *l* 当り pH 6.8 の硫安飽和液 700 m*l* を加え 0.41 飽和とし 3°C で一夜静置。生じた沈澱を遠心分離で集め，25～30 m*l* の水にとかし，pH 7.5 の 0.001 M-Tris 緩衝液 2 *l* に一夜透析 (3°C) (**II**)。新に中和した 0.3M システィンを終濃度 0.03 M，中和した 0.1 M-EDTA を終濃度 $5\times10^{-4}$ M，中和しない 2 M-Tris 緩衝液を pH 8.8 になるようそれぞれ加えて，37°C に 1 時間インキュベイトする。次いで N-酢酸で pH 7.0 にし生じた沈澱は除く。澄液に 0.1 M-AMP および 1M-Mg $(Ac)_2$ 各 1/100 容を加え 0° に冷却する。10 分～2 時間でフォスフォリラーゼ b が結晶し始め 6 時間

で最大になる (III)。沈澱を低温で遠心分離して集め，中和した 0.03M システィン 25～30 ml に 30° でとかし，AMP を $10^{-3}$M, $Mg(Ac)_2$ を $10^{-2}$M まで加え冷却する (IV)。この再結を繰返す (V)。各段階における比活性（単位/mg）は (I), 70; (II), 1,150; (III), 1,600; (IV), 1,500; (V), 1,580 であり，600g の筋肉から 1,580 単位/mg の結晶 590 mg を得た。共存する AMP を除くには，活性炭－セルロース 1: 1 の混合物を酵素蛋白と同量だけ混じ攪拌して AMP を吸着させる。活性炭で処理したフォスフォリラーゼb標品は，AMP を加えないと殆んど活力を示さない。またこの標品は，電気泳動，超遠心の何れによつても均質であつた。筋肉 100g 中のフォスフォリラーゼ含量は 290mg と算定され，GREEN-CORI 等の報告した値の約 4～8 倍に達する。(須山)

**筋肉フォスフォリラーゼ b キナーゼ反応** E. G. KREBS, A. B. KENT and E. H. FISCHER: *J. Biol. Chem.*, **231**, 73～83 (1958)。フォスフォリラーゼbキナーゼと A-R-P-$P^{32}$-$P^{32}$ を用いて，結晶フォスフォリラーゼbからフォスフォリラーゼaへの転換を観察した。1.9g のフォスフォリラーゼを含む液 100 ml に終反応液の pH 7.8 になるように調製した 2M-Tris 緩衝液 2.5 ml，フォスフォリラーゼ b キナーゼ 6mg を含む中性 0.3M システィン液 2.0 ml，1M－Mg $(Ac)_2$ 1.0 ml，31μM の A-R-P-$P^{32}$-$P^{32}$ を含む液 4.0 ml を混合し 25°C にインキュベイトする。b→a の反応は 40 分で完了した。その結果，次式で表わす反応が起るものと考えられる。

2 フォスフォリラーゼ b +4 ATP→
フォスフォリラーゼ a +4 ADP

この反応は本質的に非可逆的であり，反応によつてフォスフォリラーゼの分子量は 2 倍になる。どのような pH においても，フォスフォリラーゼ b はフォスフォリラーゼ a より活力が小さく，殊に至適 pH 附近でその差が甚だしい。フォスフォリラーゼ b キナーゼによつて生じたフォスフォリラーゼ a は AMP の有無による活力の差がない。AMP (－) の場合は AMP (＋) の場合の 66% の活力しか示さないという従来の説と異るが原因は明かでない。酵素蛋白と結合した燐は，グリコゲンの加燐酸分解を通しても，外の無機燐と交換されることはない。(須山)

**リポキシダーゼによるカロチンとリノール酸の酸化** H. L. TOOKEY, R. G. WILSON, R. L. LOHMAR and H. J. DUTTON: *J. Biol. Chem.*, **230**, 65～72 (1958)。リポキシダーゼ活力測定のために，酸素消費，ヂエン共軛，カロチン破壊の何れにも用い得る新しい基質を考案し，種々の検討を行つた。リノール酸 Na 0～1070μM, β-カロチン 0～7.73μM を過酸化物を含まないエチルエーテル 6 ml に加温溶解し，加温したエタノール 15 ml を加え，蒸気浴で 9 ml に蒸発濃縮する。この液を pH 9.0 の 0.05M 硼酸塩緩衝液（予め酸素を飽和させる）171 ml に攪拌しながらすばやく加える。この懸濁液は数時間安定であり，直接吸光を測定してもカロチンのヘキサン溶液と全く同様なスペクトル曲線を示す。酸素消費量は $O_2$ ガス相のワルブルグ検圧計で測定する。共軛ヂエンは，三角フラスコに基質液 45 ml を入れ 20° に保ち，5 分間表面に $O_2$ ガスを通気した後リポキシダーゼ 2 ml を加え 20～30 秒毎に反応混液 2 ml づつをとり，冷純アルコール 4 ml に注入して反応を停止させ，60%エタノールで 32 ml にし，ベックマン分光度計で 234 mμ の吸光を読む。共軛ヂエンの分子吸光係数は 25,600 である。またカロチンの測定は，上と同じ反応液 2 ml をエタノール 4～5 ml，ヘキサン 7～8 ml の混合液に注入し，ヘキサン層を水洗し芒硝で乾燥後 10 ml にして 435 mμ の吸光を読む。カロチンの分子吸光係数は 106.296 である。リノール酸と酵素濃度を一定に保ち，カロチンの濃度だけを増しても，カロチンの破壊量が増すのみで，ヂエン共軛および酸素消費量には全く影響がない。リノール酸の濃度を変えた場合は，カロチンの破壊量とヂエン共軛はリノール酸の濃度によつて異り，酵素の最大活力はカロチンの有無にかかわらずリノール酸 (Na) 濃度 45μM 附近に認められる。また基質の臨界ミセル濃度が酵素活力と関連性を有すると考えられる。酵素による共軛ヂエンの形成およびカロチンの破壊において何れも 0～0.5 分の誘導期 induction period がみられるが，ワルブルグ検圧法では明かに認められない。(須山)

**海綿のヌクレオシド IV. Spongosine** W. BERGMANN and D. C. BURKE: *J. Org. Chem.*, **21**, 226～228 (1956)。著者等は先にカリブ海産海綿 *Cryptotethia crypta* から新しいヌクレオシド混合物を得て，その二つ spongothymidine および spongouridine は thymine および uridine の 3-β-*D*-arabofuranoside であることを報告したが，更にクロマト法により三つ目のヌクレオシド spongosine の組成を検討した。spongosine は ribofuranosyl-2-methoxy-6-aminopurine か 2-O-methyl-crotonoside であると考えられる。methoxyl-purine は自然界では初めてみられるものでありまた，methoxyl 基は植物界では極めて広く分布するが動物界では今までにみられなかつたものである。従つて，spongosine は動物界で methoxyl 基を有する化合物の最初のものであろう。さらに，purine nucleoside である spongosine はよく知られたリボシド型であるのに反し，pyrimidine nucleoside は新しいアラビノシド型であることは興味あることである。

**V. Spongosine の合成** W. BERGMANN and M. F. STEMPIEN, Jr.: *ibid.*, **22**, 1575～1577 (1957)。合成によつて spongosine の構造決定を試み，9-β-*D*-ribofuranosyl-2-methoxyadenine であることが確認された。$C_{11}H_{15}N_5O_5$: C, 44.4; H, 5.08; N, 23.56; $OCH_3$, 10.44: m.p., 191～191.5°; $[\alpha]_D$, −43.5°。(須山)

# 会　　告

## 第3回日本アイソトープ会議論文募集

日本原子力産業会議では日本放射性同位元素協会と共催して来る9月 16 日より3日間東京で第3回日本アイソトープ会議を開催する。その開催に際して下記要領で論文を募集しているから希望者は応募されたい。詳細は下記事務局に問い合せること。

記

部門別　理学，生物学，工学，農学，医学（放射線障害を含む），放射線化学，安全取扱技術，放射線関係機器の8部門

内　容　各部門の基礎ならびに応用領域に属し，既発表のものでも差支えないが，第1回および第2回原子力シンポジウムに発表していないものであつて，なるべく完成され，研究結果が明瞭なものであることが望ましい。

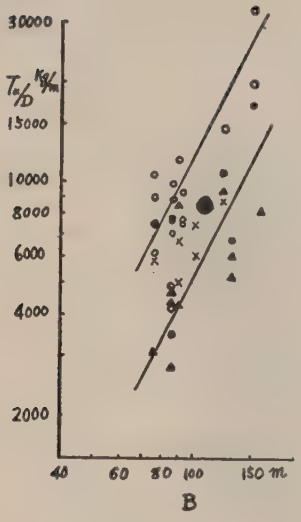
なお，応募希望者は部門別，論文題目，所属，住所（別に必要あれば連絡先），筆者名を明記して5月 15 日までにハガキで下記事務局へ申し込むこと。

東京都港区芝田村町 1〜1　日本原子力産業会議内
第3回日本アイソトープ会議事務局
Tel (59) 6121〜4(代)　7527(直通)

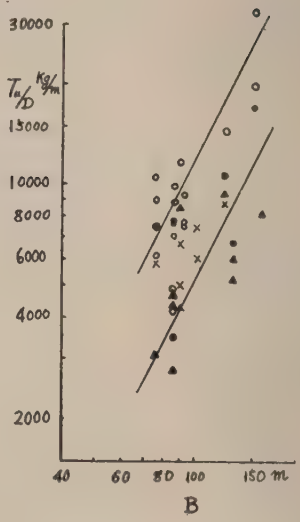
# 正　誤　表

Vol. 24, No. 11, 887 頁, Fig. 2

誤




正





昭和三十四年四月二十日　印　刷
昭和三十四年四月二十五日　発　行

第二十四巻　第十二号

本号定価 130 円
(送料別)

編集兼発行者　大　島　泰　雄
東京都港区芝海岸通り 6 丁目　東京水産大学内

発　行　所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り 6 丁目　東京水産大学内
振　替　口　座　東　京　5 9 5 2 9 番
電　話　(45)　2 2 0 0 番

印刷者　笠　井　康　頼

印刷所　株式会社　国際文献印刷社

発売所　株式会社　国際文献印刷社
東京都千代田区富士見町 1 の 10
電話九段　(33)　0623